

Die stereochemische Spezifität
der Leberesterase als Grundlage für die
systematische Ordnung des
Tierreiches am Beispiel der Simiae (Affen)

von

HERBERT GEBLER

Die stereochemische Spezifität der Leberesterase
als Grundlage für die systematische Ordnung des Tierreiches
am Beispiel der Simiae (Affen)

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

Hohen Naturwissenschaftlichen Fakultät

der

Ludwig-Maximilians-Universität

München



vorgelegt

von

Herbert Gebler

aus

Hannover

Dezember 1958

Berichterstatter: Prof. Dr. E. Ba mann

Tag der mündlichen Prüfung: 28.1.59.

Druck: Steinbauer u. Hagemann, München 2

Dem Andenken meiner Mutter



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41555216_0044

Die vorliegende Arbeit wurde am Institut für Pharmazie und Lebensmittelchemie der Universität München unter Anleitung seines Direktors, Herrn Prof. Dr. Eugen Bamann in der Zeit von März 1956 bis Dezember 1958 angefertigt.

Meinem hochverehrten Lehrer schulde ich großen Dank für sein mir stets gezeigtes Vertrauen und die hilfreiche Unterstützung, die er mir bei der Durchführung dieser Untersuchung durch seine wissenschaftliche Führung hat angedeihen lassen.

Mein besonderer Dank gilt auch Frau Privatdozentin Dr. Elsa Ullmann für ihr wohlwollendes Interesse und die mir in reichlichem Maße zuteil gewordene Hilfe.

Außerdem darf ich dankend die freundlichen Hinweise erwähnen, die ich von Herrn Prof. Dr. phil. et med. Karl Saller, Vorstand des Institutes für Anthropologie und Humangenetik der Universität München, erhalten habe.

Es sei mir an dieser Stelle erlaubt, auch meinen anderen akademischen Lehrern für die Förderung meiner wissenschaftlichen Studien aufrichtig zu danken.

Inhaltsübersicht

Seite

A. Theoretischer Teil:

I. Einführung:

1. Sekundär gebildete Inhaltsstoffe und die systematische Ordnung
des Pflanzen- und Tierreiches 1
2. Fermentsysteme und ihre Spezifität als Kennzeichen für die
systematische Zusammengehörigkeit verschiedener Pflanzen-
und Tierarten 4

II. Ergebnisse der Untersuchung:

- Die systematische Ordnung der Simiae (Affen) auf Grund der
Konfigurationsspezifität der Leberesterasen 7

B. Experimenteller Teil:

- I. Das optische Auswählen der Leberesterasen von Individuen
verschiedener Affenarten 17

II. Methodik 46

1. Enzymmaterial
2. Versuchs-Ansatz und -Temperatur
3. Aufarbeitung des Versuchsansatzes

C. Anhang:

- Die systematische Gliederung der Ordnung Simiae I

D. Literaturverzeichnis: VI

A. Theoretischer Teil

I. Einführung

1. Sekundär gebildete Inhaltsstoffe und die systematische Ordnung des Pflanzen- und Tierreiches

Wenn seit einigen Jahrzehnten der Begriff der Art immer häufiger einer Kritik unterzogen wird, so liegt der Grund hierfür letzten Endes in dem Wissen um die Evolution, von dem unser naturwissenschaftliches Denken immer mehr beeinflusst wird. Der "statische Begriff" der Art, der das typische Exemplar einer Spezies als idealen Formtyp ansieht, ist durch die Lehre von der Evolution der Arten immer mehr seiner Grundlage beraubt worden. Denn mit der Erforschung des genetischen und physiologisch-chemischen Zellgeschehens und mit der Kenntnis der evolutionären Entstehung der Zellinhaltsstoffe gelang es zu beweisen, welche große Rolle die Zeitdimension in der Entwicklung der Art zu der vorkommenden Spezies spielt. Die Erkenntnis, daß Arten, die sich heute in genetischer Sicht als statisch erweisen, früher oder später eine Dynamik ihrer Entwicklung durchgemacht haben oder noch durchmachen werden, erzwingt nach H. Merxmüller (34) die Abkehr vom statischen Artbegriff und fordert eine dynamische Konzeption. Mit der Zytologie und Genetik sowie mit der Biochemie und ihrer Verwendung zur Ordnung des Pflanzen- und Tierreiches wurden dem Systematiker neue Möglichkeiten der Analyse in die Hand gegeben, die ihm die seinen bisherigen Methoden anhaftende Subjektivität einer rein morphologischen Unterscheidung zu überwinden gestattet.

An Versuchen, mit Hilfe pflanzlicher und tierischer Inhaltsstoffe — Eiweiße, Biokatalysatoren usw. — ein botanisches bzw. zoologisches System aufzustellen, hatte es nie gefehlt. Den weitaus größten Raum nimmt dabei die Untersuchung der Pflanzeninhaltsstoffe für die vergleichend phytochemische Ordnung der Pflanzen ein. Der Gedanke, daß zwischen der chemischen Zusammensetzung der Inhaltsstoffe und der Verwandtschaft der Pflanzen Beziehungen bestehen könnten, existiert bereits seit mehreren Jahrhunderten und wurde von C. Linné (31), A.P. de Candolle (15) und A. Petiver (39) frühzeitig ausgesprochen. Im Laufe einer Entwicklung, in der die Phytochemie immer mehr zur Geltung kam, wurde von den verschiedensten Autoren (21) (29) (35) (36) (47) die Bedeutung erkannt, die ihr als Beitrag zur Aufgliederung der Pflanzenwelt zukommt.

Wenn auch diese Forschungsrichtung noch am Anfang ihrer Entwicklung steht, — etwa 5% aller Pflanzen sind erst auf ihre Inhaltsstoffe hin untersucht worden — so gibt es doch bereits Versuche, die sich mit ihrer systematischen Einordnung

beschäftigen (37). Zwar versetzt uns der heutige Stand der Biochemie in die Lage, Stoffwechselprodukte nach ihrer Funktion im Stoffwechsel zu ordnen und in Einzelfällen sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe kausalanalytisch an einige Zwischenglieder des Stoffwechsels anzuschließen (38), doch ist man noch weit davon entfernt, ein vollständiges System der Pflanzenstoffe von der Evolution her aufstellen zu können. So strebt die Phytochemie vorläufig an, Inhaltsstoffe nach dem Grade ihrer Ähnlichkeit so zu ordnen, daß Beziehungen zwischen ihrer chemischen Natur und der Stellung der Pflanzen im natürlichen System erkennbar werden (24) (19). Es sollte demnach eine biochemische Klassifizierung der Pflanzen geben, die der von den Morphologen entworfenen in großen Zügen ähnlich ist. Jene Hypothese ist nach F. Florkin (17) auch für die Zoologie tragbar. Dieser Autor vertritt die Auffassung, daß die äußere Form das Endergebnis einer Reihe komplizierter biochemischer Prozesse darstellt. Hätte man nicht mit dem Studium morphologischer, sondern mit dem physiologisch-chemischer Merkmale begonnen, wäre man zu einer biochemischen Taxonomie gekommen, deren System mit dem von den Morphologen entworfenen identisch wäre.

Zu oben genannter Hypothese wurden für einige Gruppen genau definierter Individuen Beiträge geliefert:

Bei der Suche nach Steroidkörpern konnte man in einigen pflanzlichen Ölen Squalen, eine Vorstufe der Sterine nachweisen, in anderen hingegen nicht (44) (45). Pilze enthalten Sterine, die als Hauptsterine weder bei Phanerogamen noch bei Vertebraten vorkommen, während bei Invertebraten wieder andere Steringarnituren gefunden wurden. T.P. Hilditch und seine Mitarbeiter (22) (23) stellten fest, daß die in den Samenfetten vorhandenen Fettsäuren innerhalb einer Gruppe verwandter Pflanzen streng spezifisch sind und daß die Zusammensetzung der Säurekomponenten ihrer Fette eng mit der Stellung der Mutterpflanze im Entwicklungssystem zusammenhängt.

Auch die Höhe des Vitamin-C- und Peroxydasegehaltes der Pflanzen (41) (43) ist in weiteren Grenzen ein charakteristisches Familienmerkmal.

Einen wesentlichen Beitrag zu diesem Problem verdankt man neuerdings L. Hörhammer und seinen Mitarbeitern. Dieser Schule gelang es, bei der Untersuchung der Flavonglykoside einzelner Pflanzenfamilien zu beweisen, daß typische Art-, Gattungs- und Familienmerkmale aus der chemischen Struktur dieser Glykoside abgeleitet werden können (16) (18) (20) (25) (26) (28).

Wie sehr aber die Entwicklung der Inhaltsstoffe von der Evolution innerhalb einer phylogenetischen Reihe abhängig ist, hat die Erforschung der serologischen Verhältnisse bei einzelnen Individuen des Pflanzen- und Tierreiches bewiesen, die zu forensischen Zwecken von P. Uhlenhuth (46a) begründet und besonders von Th. Mollison (36a) (36b) zu einer wertvollen Methode der stammesgeschichtlichen Forschung ausgebaut wurde.

Appliziert man nämlich einem Versuchstier artfremdes Eiweiß, so bildet sich im Serum des Tieres ein spezifischer Abwehrstoff. Dieser gibt mit Eiweißstoffen unterschiedliche Reaktionen: Eine Fällungsreaktion mit dem Eiweiß, das appliziert wurde, eine schwächere Fällung, mit Eiweißstoffen, die dem der applizierten Art verwandt sind, keine Fällungsreaktion mit Eiweiß nicht verwandter Arten.

So fand die umstrittene verwandtschaftliche Beziehung zwischen Mensch und Affe (36a) oder Wolf und Hund — und im allgemeinen zwischen Tiergattungen ein und derselben Familie — eine weitere Bestätigung in dieser Präcipitinmethode, die innerhalb einer Klasse quantitative Unterschiede entsprechend dem Verwandtschaftsgrad zeigt. Es unterscheiden sich nämlich die Blutproben der "anthropomorphen" Affen in ihrem Verhalten bei der Präcipitinreaktion nur nach Anwendung besonderer Kunstgriffe von solchen des Menschen, was für die nahe Verwandtschaft der beiden Spezies in der Tierreihe spricht. Der molekulare Aufbau des Protoplasmas weist offenbar beim Menschen und beim "anthropomorphen" Affen mehr als eine Analogie auf, die mit der Darwin'schen Theorie im Einklang steht. Weniger stark ist nämlich der Niederschlag, den man mit Antiseren "niederer" Affen erhält; bei anderen Säugetieren, wie Pferd und Rind, wird er noch geringer. So entspricht der Grad der Protoplasmaaffinität, den die Präcipitinreaktion anzeigt, ziemlich genau der Einteilung der Tierreihe.

Für die botanische Systematik kommt dieser Methode eine ähnliche Bedeutung zu. Ein Immunserum, das aus einer Papilionaceenpflanze, z.B. der Linse, hergestellt ist, vermag nicht nur mit allen anderen Papilionaceen-Arten, sondern auch mit nahe verwandten Ranunculaceen- und Rosaceen-Arten, dagegen mit keiner einzigen Pflanze aus fernerstehenden Familien zu reagieren. Leider ist die Methode nicht so vervollkommen, daß Fehler völlig ausgeschlossen wären (36b). Eines ergibt sich jedoch mit ziemlicher Klarheit: Eiweißstoffe unterscheiden sich umso mehr, je weiter die Arten im morphologischen System voneinander entfernt sind (3).

Wie schwierig aber die biochemische Taxonomie der Pflanzen mit Hilfe ihrer sekundär gebildeten Inhaltsstoffe ist, zeigt sich daran, daß schon innerhalb einer morphologisch einheitlichen Art charakteristische Modifikationen auftreten können, die vom Entwicklungszustand und Alter der Pflanze, von den klimatischen Bedingungen und der Gengarnitur usf. abhängig sind (20) (27).

Daß der gleiche Typus der "Spezialisierung" zwischen morphologisch unterschiedenen Arten auftritt, ist nicht verwunderlich. Man beobachtet ähnliches bei sehr vielen chemischen und anatomischen Merkmalen. So ist die Brauchbarkeit eines Merkmals für die Verwandtschaftsforschung in jedem Falle vorsichtig einzuschätzen. Man sollte sich deswegen vorläufig mit der Regel nach R. Mansfeld (32) begnügen, nach der alle Merkmale für gleich wesentlich erachtet werden, da für die systematische Einordnung ein Merkmal allein unzulänglich wäre.

2. Fermentsysteme und ihre Spezifität als Kennzeichen für die systematische Zusammengehörigkeit verschiedener Pflanzen- und Tierarten

Vorausgehend wurde dargelegt, wie man durch die Analyse sekundär gebildeter Inhaltsstoffe zu einer systematischen Einteilung im Pflanzen- und Tierreich zu gelangen hofft. Diese sekundären Inhaltsstoffe sind aber mehr oder weniger Stoffwechselprodukte, die erst durch die Tätigkeit zahlreicher Fermentsysteme, die ihrerseits wieder über die Gengarnitur der Zelle entstanden sind, synthetisiert worden sind. So stellen die Enzyme das eigentliche Verbindungsglied zwischen den Genen und den physiologisch-chemischen Stoffklassen dar, die das Protoplasma während der Lebenstätigkeit der Zelle auf- bzw. abbaut. Wenn es also gelänge, über die Erforschung von Fermentsystemen eine Evolution in der Entwicklung der Pflanzen und Tiere nachzuweisen, so wäre dem Systematiker eine weitere Möglichkeit zur Einteilung der Lebewesen in die Hand gegeben, die ihn vielleicht von der Vielzahl der Stoffwechselprodukte mit ihrer Abhängigkeit von Aussenfaktoren befreien könnte. Denn wie diffizil die Analyse von Zellinhaltsstoffen ist, wie sehr ihre chemische Beschaffenheit von Entwicklungszustand, Alter, Herkunft, klimatischen Bedingungen und Bodenverhältnissen abhängig ist, wie schwierig es ist, für jede Art reproduzierbare Werte zu bekommen, zeigen Untersuchungen an Steroidkörpern mexikanischer Agave- und Yucca-Arten (33):

Bei Wachstumsbeginn enthalten die oberirdischen Teile dieser Pflanzen komplexe Mischungen glykosidierter Sapogenine, deren Aufbau sich nach Blütezeit und Fruchtansatz wesentlich vereinheitlicht. Diese Erscheinung steht in interessanter Parallele zu Vermutungen von R. Tscheche und F. Korte (46), daß bei pflanzlichen Herzgiften primär Cardenolid- und Bufadienolidglykoside mit hohem Sauerstoffgehalt gebildet werden, die je nach Pflanzenart und Entwicklungszustand in solche mit weniger Sauerstoff übergeführt werden.

Wie sehr es deshalb für die Systematik von Bedeutung sein könnte, neben den Stoffwechselprodukten auch die Untersuchung der Fermentsysteme voranzutreiben, zeigen Arbeiten von A.W. Blagowestschenski aus den Jahren 1940-1955 (13). Danach wirkt das Enzym — als eiweißhaltiger Katalysator — im wesentlichen dadurch, daß die Aktivierungsenergie der Reaktion, die katalysiert werden soll, herabgesetzt wird. Der Betrag — "die Qualität des Enzyms" —, um den die Aktivierungsenergie gesenkt wird, läßt sich messen. Es zeigte sich nun, daß er, variierend von Art zu Art, verschieden ist. Katalase aus Bakterien hat z.B. eine andere "Qualität" als etwa die einer Leguminose.

Diese "Qualität" der Enzyme ist nichts anderes als die mit enzymchemischen Methoden gewonnene Aussage über die Spezifität von arteigenem Eiweiß. Wenn auch mit dieser Methode kein unmittelbarer Einblick in den Aufbau dieser beson-

deren Gruppe von Eiweißkörpern zu erhalten ist, so dienen doch die Reaktionen, die durch die Enzyme katalysiert werden, gewissermaßen als Indikator, um zu Aussagen über relative Unterschiede zu gelangen. Darüberhinaus scheint die "Qualität" der Enzyme mit den funktionellen Aufgaben der Organismen verknüpft zu sein. Die Fähigkeit, die Aktivierungsenergie der katalysierten Reaktion herabzusetzen, ist nämlich umso größer, je höher das Individuum in der phylogenetischen Reihe steht. Archaische Pflanzenformen — Ausgangspunkte einer Entwicklung — haben Fermentsysteme, die nicht so rationell die bei der Atmung freierwerdende Energie auszunutzen vermögen. Das sind Ergebnisse von großer Bedeutung, da hier erstmalig eine biochemische Evolution der Organismen erkennbar wird.

Der Mangel an physiologischer Differenzierung sondert die Enzyme der Pflanze weniger entschieden als im tierischen Organismus. Im Unterschied zur Pflanze, die ihre ganze Enzymgaritur im wesentlichen in jeder Zelle hat, sind die tierischen Fermente meist in bestimmten Organen lokalisiert. Der Vielgestaltigkeit der Stoffwechselaufgaben entspricht dabei die Anhäufung der auf diese Reaktionen spezifisch eingestellten Fermentsysteme.

Im allgemeinen werden im Pflanzen- und Tierreich alle Stoffwechselvorgänge durch ähnliche Enzymsysteme katalysiert. Dieses Prinzip wird zwar einige Male durchbrochen — es fehlt z.B. tierischem Gewebe die β -Glukosidase und die Hemicellulase —, doch wird kein Enzymsystem aufzufinden sein, das etwa gattungs- oder familienspezifisch ist. Wenn auch einige Enzyme einer enger begrenzten und genau definierten Gruppe Individuen angehören, so ist ihre Verteilung innerhalb dieser Gruppe doch so allgemein, daß feinere Unterschiede auf diesem Wege nicht beobachtet werden können. Man ist deshalb auf das Studium des Verhaltens einzelner Enzyme gegenüber einem definierten Substrat angewiesen, um über relative und damit vielleicht auch artspezifische Unterschiede aussagen zu können.

Einen anderen Weg, das Verhalten der Enzyme dem Problem der systematischen Ordnung des Tier- und Pflanzenreiches dienstbar zu machen, hat bereits ein Jahrzehnt früher E. Bamann eingeschlagen. Dabei wird eine besondere Art der Substratspezifität — die "Konfigurationsspezifität" der Esterasen — zugrundegelegt. Sie ist ein Merkmal der esterspaltenden Fermente und besteht darin, daß bei der Spaltung razemischer Substrate ein ganz bestimmtes Auswählen im Gemisch der stereoisomeren Esterkomponenten zu beobachten ist. Dieses "optische Auswählen" ist eine sehr komplexe Erscheinung, d.h. der Spaltungsablauf ist von einer ganzen Reihe Faktoren abhängig. Dadurch wird die "Konfigurationsspezifität" zu einem differenzierten Charakteristicum der entsprechenden Esterase, die Esterase selbst aber zu einem überaus feinen und spezifischen Reagenz, dessen Verhalten auf ihre Herkunft Rückschlüsse zuläßt.

Die stereochemische Spezifität der Esterasen zur systematischen Ordnung des Pflanzen- und Tierreiches und ganz allgemein zur Lösung biologischer Probleme

zu verwenden, begann sich anzubieten, als E. Bamann und seine Mitarbeiter in den Jahren 1928-1930 erkannten, daß die Leberesterasen verschiedener Tierarten — wobei diese Arten in keinem Fall ein und derselben Gattung, nicht einmal derselben Ordnung angehören (Hund, Schwein, Kaninchen, Pferd) — unterschiedliches optisches Auswählen gegenüber definierten Substraten betätigen (4) (49). Dabei zeigte sich die optische Spezifität bei mehreren Individuen ein und derselben Art übereinstimmend oder doch in engeren Grenzen konstant. Selbst eine unterschiedliche Bereitung des Enzymtrockenpräparates bzw. der Enzymlösung blieb für die stereochemische Spezifität dieser Enzyme im wesentlichen ohne Bedeutung (6). Es traten nur geringfügige quantitative, nie aber größere qualitative Abweichungen auf. Nachdem es an der Leberesterase des Menschen (42) gelungen war, die verwickelten Verhältnisse der Reaktionskinetik, der diese Enzyme unterworfen sind, zu analysieren und aufzuklären, wurde für die Weiterentwicklung auf diesem Gebiete die Beobachtung von E. Bamann, S. Mahdihassan und P. Laeverenz (9) entscheidend, daß verschiedene menschliche Individuen, ganz gleich welchen Alters (vom Fötus bis zum Greis) und welchen Geschlechtes mittels der stereochemischen Spezifität ihrer Leberesterasen nicht zu differenzieren sind. Selbst eine pathologische Veränderung der menschlichen Leber bei gewissen Erkrankungen bleibt — soviel man heute weiß — ohne Einfluß auf die optische Spezifität der Esterase (2).

Andererseits gelingt es, durch Zusätze verschiedener charakterisierender Fremdstoffe (z.B. Strychnin u.a.) eine feinere Kennzeichnung dieser artspezifischen Enzyme zu erreichen (5).

Später hat die Ausdehnung dieser Versuche auf pflanzliche Lipasen einen Fortschritt der Erkenntnisse angebahnt: Aus den Ergebnissen der Untersuchung von E. Bamann, E. Ullmann, A. Schuegraf und R. Boshart (12) läßt sich ableiten, daß sich Pflanzen gattungen auf Grund des sterischen Auswählens der Lipase (Samenlipase) als unterscheidbar dokumentieren. Darüberhinaus wurde aber auch in *Nigella sativa* und *Nigella damascena* ein Beispiel aufgefunden, das hinsichtlich der Arten einer Gattung verschiedene optische Spezifität aufweist. Daß — wie im Tierreich erkannt — Herkunft, Alterung und Behandlung des Enzyms wohl quantitative Unterschiede im sterischen Auswählen bedingen können, den charakteristischen Habitus der $[\alpha]_D$ -Kurven und die Tendenz der Erscheinungen nicht verändern, bestätigen die Befunde von E. Bamann, R. Boshart und E. Ullmann (11) an der Samenlipase von *Chelidonium majus* auch für das Pflanzenreich.

Es ist somit ein Problem von recht großer Tragweite, ob die Konfigurationspezifität für die Erforschung der biochemischen Evolution in der phylogenetischen Entwicklung der Individuen herangezogen werden kann. Die nachfolgende Arbeit stellt am Beispiel der Simiae einen Beitrag zu dieser wichtigen Frage dar.

II. Ergebnisse der Untersuchung

Die systematische Ordnung der Simiae (Affen) auf Grund der Konfigurationsspezifität der Leberesterasen

a) Gattungsmerkmale (Gattungen bzw. Untergattungen):

An neun Gattungen bzw. Untergattungen der Ordnung Simiae, von denen fünf zur Familie der Cercopithecidae, eine zur Familie der Cebidae und eine zur Familie der Callitricidae gehören, zeigt sich, daß die stereochemische Spezifität der Leberesterasen zum Problem der Unterscheidung von Gattungen bzw. Untergattungen beitragen kann. Betrachtet man nämlich das spezifische Drehungsvermögen der durch das Enzym abgespaltenen Mandelsäure als Funktion des Spaltungsgrades (in einer Kurve), so sieht man, daß die Kurven in Tendenz und im Niveau ihres Verlaufes verschieden sind und sich nicht zur Deckung bringen lassen. Demgegenüber sind die Kurvenbilder der Arten einer Gattung einander ähnlich. So müssen also zwischen den Esterasen qualitative und damit auch gattungsspezifische Unterschiede vorhanden sein.⁺⁾ Dieser Befund ist am Beispiel von *Leontocebus rosalia*, *Cercopithecus talapoin* und *Cercocebus torquatus*, die alle zu verschiedenen Gattungen gehören in Abbildung 1 deutlich gemacht.

⁺⁾ Daß das optische Auswählen der Leberesterase — schon früher beim Menschen nachgewiesen (9) — von Geschlecht und Alter und damit auch vom Entwicklungszustand des Individuums unabhängig ist, erweist sich bei den Simiae erneut.

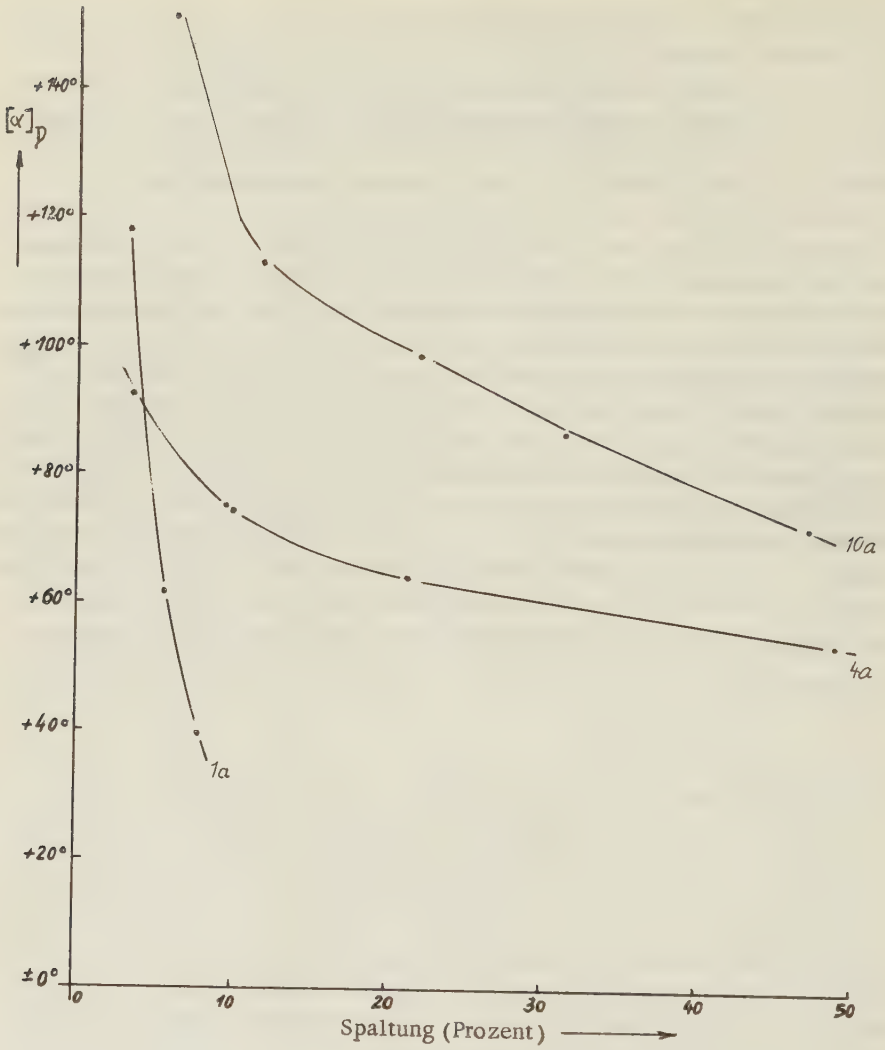


Abbildung 1

(Das spezifische Drehungsvermögen der Mandelsäure
als Funktion des Spaltungsgrades)

- 1a: *Leontocebus rosalia*
 4a: *Cercopithecus talapoin*
 10a: *Cerrocebus torquatus*

Durch Veränderung der Substratkonzentration sowie durch Zusatz verschiedener Stoffe, z.B. der Hydrolyseprodukte des Substrates oder optisch aktiver Fremdstoffe (wie Strychnin u.a.), lassen sich diese qualitativen und quantitativen Verhältnisse, die innerhalb der Arten einer Gattung gleich, zwischen den Gattungen bzw. Untergattungen einer Familie aber verschieden sind, noch genauer spezifizieren (Tab.3, Experim. Teil).

Wie Untersuchungen an Esterasen anderer Individuen gezeigt haben, können zwei Enzymtypen unterschieden werden (4a) (1):

Der Enzymtyp 1, zu dem u.a. die Leberesterase des Schweins gehört, verändert sein optisches Auswählen bei variiertem Substratkonzentration nicht.

Beim Enzymtyp 2 dagegen sind die Verhältnisse komplizierter. Hier werden bei veränderter Substratkonzentration nicht nur die Spaltungsgeschwindigkeit, sondern auch der Drehungssinn der vom Enzym abgespaltenen Mandelsäure betroffen. Dies beruht vornehmlich auf dem Einfluß der Hydrolyseprodukte, die bei der Durchspaltung des Substrates in zunehmender Konzentration anfallen. Zu diesem Enzymtyp gehören u.a. die Leberesterasen des Menschen und des Mantelpavians, deren optisches Auswählen im ersteren Falle durch das Spaltungsprodukt Alkohol, im zweiten durch das Spaltungsprodukt Säure verändert wird (7) (42) (8).

Nach den Ergebnissen unserer Versuche gehören die untersuchten Esterasen aus der Ordnung der Simiae, deren optisches Auswählen in allen Fällen nach der positiven Seite hin orientiert ist, mit einer einzigen Ausnahme zum Enzymtyp 2. Der komplizierte Reaktionsmechanismus dieses Typs gestattet eine bessere Kennzeichnung der Enzyme.

Der Einfluß der Substratkonzentration bei den Esterasen der einzelnen Gattungen ist sehr unterschiedlich:

Beispiel dafür sind die Esterasen aus den Gattungen *Cercopithecus* (Untergattung: *Cercopithecus*), *Papio* (Untergattung: *Papio*) und *Macaca* (Untergattung: *Rhesus*).

Bei ersterer beeinflusst die Substratkonzentration das optische Auswählen und die Spaltungsgeschwindigkeit, im zweiten Fall wird unter bestimmten Bedingungen nur die Spaltungsgeschwindigkeit, bei letzterer nur das optische Auswählen verändert.

So werden mit steigender Substratkonzentration (0,125 g, 0,25 g und 0,5 g/50 ml Versuchsansatz) bei der Untergattung *Cercopithecus* die Spaltungsgeschwindigkeit gehemmt und die (+)-Werte der spezifischen Drehung der Mandelsäure erniedrigt (Tab. 7, Experim. Teil). Für die Esterasen der Untergattung *Papio* bleibt beim Übergang von niederen zu mittleren Substratkonzentrationen (0,125 g $\rightarrow$ 0,25 g Substrat/50 ml Versuchsansatz) das optische Auswählen unbeeinflusst. Erst bei wei-

terer Erhöhung der Esterkonzentration ist die spezifische Drehung der isolierten Mandelsäure erniedrigt (Tab. 17, 18, Experim. Teil). Für die Esterasen der Unter-
gattung Rhesus ist, wenn sie einer niederen Substratkonzentration (0,125 g Sub-
strat/50 ml Versuchsansatz) ausgesetzt sind, bei unveränderter Spaltungsgeschwin-
digkeit (Tab. 15, Experim. Teil) die spezifische Drehung der isolierten Mandel-
säure gegenüber Versuchen mit größerer Substratkonzentration erhöht (Tab. 1).

Tabelle 1

Die Hydrolyse von racemischem Mandelsäureäthylester durch die Leberesterase
von Affen aus verschiedenen Gattungen bei variiertem Substratkonzentration

(Die Analysenproben von 50 ml enth.: Enzymlösg. entspr. 0,5 E.-E.;
0,125 g bzw. 0,25 g bzw. 0,5 g rac. Mandelsäureäthylester;
1g bzw. 2 g bzw. 4 g Phosphatpuffer pH = 7,0); t = 25°C

Gattung	Zeit in Std.	Mandelsäureäthylester/50 ml								
		0,125 g			0,25 g			0,5 g		
		Abgespaltene Mandelsäure			Abgespaltene Mandelsäure			Abgespaltene Mandelsäure		
		mg	‰	$[\alpha]_D$	mg	‰	$[\alpha]_D$	mg	‰	$[\alpha]_D$
Cercopi- thecus (Art: C.cephus)	10	6,1	5,8	+115,4°	5,0	2,4	+ 99,6°	4,6	1,1	+43,8°
	24	14,9	14,5	+ 90,8°	11,9	5,7	+ 80,0°	10,5	2,5	+39,0°
Rhesus (Art: M.mulatta)	4	9,1	8,7	+ 85,0°	9,4	4,5	+ 90,6°	5,5	1,3	+97,8°
	8	20,6	19,5	+ 66,2°	19,3	9,2	+ 72,6°	9,9	2,3	+97,6°
Papio: (Art: P.leuco- phaeus)	10	19,8	18,7	+ 81,0°	15,2	7,2	+114,4°	8,7	2,1	+69,2°
	24	45,6	43,2	+ 74,6°	36,5	17,3	+ 86,4°	20,2	4,8	+49,4°

Auch ein Zusatz der Spaltungsprodukte des Substrates (Mandelsäure bzw.
Äthanol) zu den Versuchsansätzen trägt zur Charakterisierung bei:

Äthanol wirkt sich auf das optische Auswählen der Esterasen aus den Untergattungen *Cercopithecus* und *Rhesus* aus, während die Esterasen der Gattung *Cercocebus* und Untergattung *Cynomolgus* auf Äthanol nicht ansprechen (Tab. 2).

Tabelle 2

Der Einfluß von Äthanol auf die Hydrolyse von razemischem Mandelsäureäthylester durch die Leberesterasen von Individuen mehrerer Affenarten

(Die Analysenproben von 50 ml enthalten: Enzymlösung entspr. den i.d. 1. Spalte angegebenen Einheiten; 0,25 g raz. Mandelsäureäthylester; 2 g Phosphatpuffer pH = 7,0); t = 25°C

Gattung	Zeit in Std.	Ohne Zusatz		Zusatz von Äthanol (70% d.theoret. abspaltb. Menge)	
		Spaltung (Prozent)	$[\alpha]_D$	Spaltung (Prozent)	$[\alpha]_D$
<i>Cercopithecus</i> (Art: <i>C.cephus</i>) 0,5 E.-E. +)	10 24	2,4 5,6	+ 99,6° + 80,0°	2,0 4,8	+ 73,0° + 63,8°
<i>Cercopithecus</i> (Art: <i>C.talapoin</i>) 0,5 E.-E. ++)	10	9,2	+ 75,6°	5,7	+ 50,0°
<i>Cercopithecus</i> (Art: <i>C.aethiops</i>) 1,0 E.-E.	2	3,2	+ 93,2°	2,9	+ 71,4°
<i>Rhesus</i> (Art: <i>M.mulatta</i>) 0,5 E.-E.	4 8	5,1 9,6	+ 89,2° + 75,8°	5,3 10,9	+ 68,0° + 53,0°
<i>Cercocebus</i> (Art: <i>C.aterrimus</i>) 0,5 E.-E.	10 24	2,6 7,2	+153,2° + 98,6°	2,8 7,4	+151,8° + 95,8°
<i>Cynomolgus</i> (Art: <i>M.irus</i>) 1,0 E.-E.	6	9,0	+ 52,6°	9,6	+ 52,2°

+) älterer Gattungsname: *Lasiopyga*

++) älterer Gattungsname: *Miopithecus*

Der Zusatz von razemischer Mandelsäure läßt das optische Auswählen der Esterasen aller untersuchten Arten unbeeinflußt. Allerdings haben Untersuchungen von E. Bammann und P. Laeverenz (8) ergeben, daß die Leberesterase des Mantelpavians durch den Einfluß des Spaltungsproduktes Mandelsäure auf das optische Auswählen und die Spaltungsgeschwindigkeit gekennzeichnet ist. Es ist daher möglich, daß bei der Untersuchung weiterer Affenarten dieses Merkmal sich wiederfindet und ein Identifizierungscharakteristicum darstellt.

Die Esterase der Gattung Cebus kann dem Enzymtyp 1 zugeordnet werden:

Das Enzym der Individuen dieser Gattung zeigt gegenüber den Isomeren im Razemat auch nach Zusatz optisch aktiver Fremdstoffe, sowie bei variiertem Substratkonzentration und auf Zusatz der Spaltungsprodukte des Substrates unverändertes optisches Auswählen. Veränderte Versuchsbedingungen bewirken hier nur eine Hemmung oder Beschleunigung der Spaltungsgeschwindigkeit (Tab. 5, 6; Experim. Teil).

Das "sterische Auswählen" des Enzyms bei dieser Gattung — untersucht an Individuen der Arten Cebus fatuellus und Cebus apella — lenkt in besonderem Maße die Aufmerksamkeit auf sich, weil hier — wenn man von den Verhältnissen bei der Leberesterase des Menschen bei einer ganz bestimmten Substratkonzentration absieht — der bisher einmalige Fall symmetrischer Spaltung des Substrates, unbeeinflußt durch äußere Faktoren, vorliegt. Hätte H.D. Dakin seine ersten Untersuchungen über die Einwirkung von Esterasen auf razemische Substrate mit dem Leberenzym von Individuen der Gattung Cebus und Mandelsäureäthylester als Substrat durchgeführt, so wäre die von ihm entdeckte und damals überraschend empfundene Erscheinung der optischen Spezifität vielleicht noch auf lange Zeit verborgen geblieben. Es ist interessant, durch weitere Untersuchungen zu erfahren, ob sich die symmetrische Spaltung auf das hier gewählte Substrat beschränkt oder auch auf eine Reihe anderer razemischer Ester erstreckt.

Ein besonders prägnantes Beispiel für die Anwendbarkeit der stereochemischen Spezifität zur systematischen Ordnung sind die Esterasen der ehemaligen (14) Gattungen Miopithecus, Cercopithecus und Lasiopyga, deren Arten heute in einer einzigen Gattung Cercopithecus zusammengezogen worden sind.

Bei rein morphologischer Betrachtung hatten die Arten aller drei Gattungen den Gattungsnamen Cercopithecus erhalten, obwohl die Gattungen an sich anders benannt waren (Miopithecus, Lasiopyga, Cercopithecus) (14). Legt man der Kennzeichnung der Gattungen die stereochemische Spezifität der Leberesterasen zugrunde, so sind die Arten näher verwandt als in älteren Systemen angegeben war. Die Esterasen zeichnen sich nämlich

1. durch ähnlich verlaufende Normalkurven ^{+) (Abb. 2),}
2. durch gleiche Verhältnisse bei variiertem Substratkonzentration (Tab. 7, Experim. Teil) und
3. durch gleiches Verhalten bei Zusatz der Spaltungsprodukte des Substrates (Tab. 8, 9; Experim. Teil)

aus.

Das Verhalten der Esterasen der Individuen dieser drei Gattungen ist in bezug auf 1. Verlauf ihrer "Normalkurven", 2. Substratkonzentration und 3. Einfluß der Spaltungsprodukte übereinstimmend, obwohl nach bisherigen Erfahrungen Unterschiede hinsichtlich der stereochemischen Spezifität zu erwarten gewesen wären. Wäre in dem heute gültigen System (23a) die Zusammenziehung von bisher drei Gattungen zu einer inzwischen nicht erfolgt, so hätte man in den Ergebnissen dieser Untersuchung einen Hinweis auf eine notwendige Überprüfung bzw. Revidierung der bisherigen Systematisierung sehen müssen.

^{+) Unter "Normalkurve" verstehen wir diejenige $[\alpha]_D$ -Kurve, die sich bei "normalem Versuchsansatz" (50 ml: 0,25 g raz. Mandelsäureäthylester, 2 g Phosphatpuffer pH = 7,0) ergibt.}

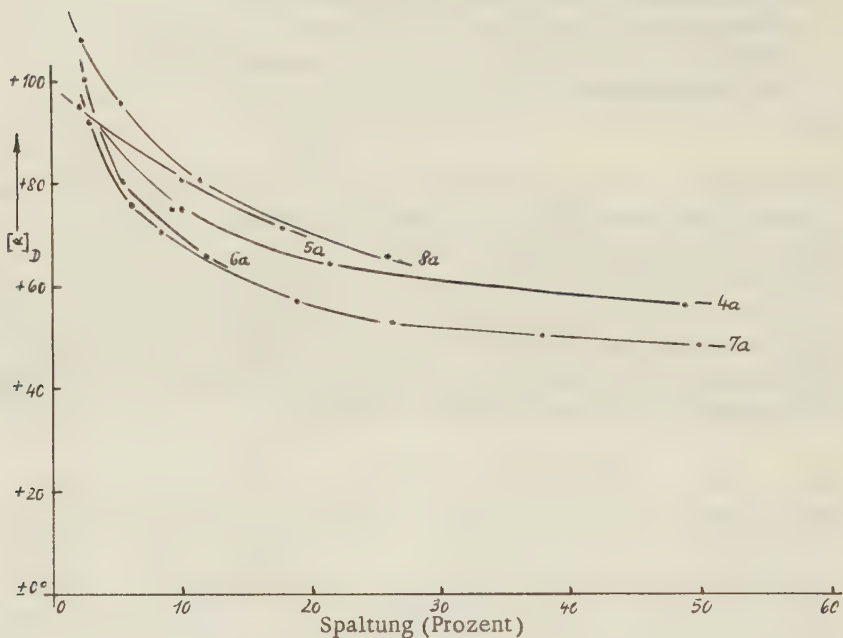


Abbildung 2

Die stereochemische Spezifität der Leberesterasen
von Individuen mehrerer Arten aus den Gattungen
Miopithecus, Cercopithecus und Lasiopyga

(Das spezifische Drehungsvermögen der Mandelsäure
als Funktion des Spaltungsgrades.)

- 4a: Cercopithecus talapoin
- 5a: Cercopithecus aethiops callitrichus
- 6a: Cercopithecus cephus
- 7a: Cercopithecus aethiops
- 8a: Cercopithecus nictitans

b) Artmerkmale:

Die Möglichkeit einer Unterscheidung der Arten mit Hilfe der stereochemischen Spezifität ist fraglich. Die "Normalkurven"⁺⁾ aller untersuchten Esterasen lassen sich zwar üblicherweise nicht vollkommen zur Deckung bringen, doch sind die Unterschiede im optischen Auswählen bei Individuen der Arten einer Gattung bzw. Untergattung in genau so engen Grenzen gelegen, wie sie bei verschiedenen Individuen ein und derselben Art (5 Individuen der Art *Macaca mulatta* (Tab. 15, 16); 3 Individuen der Art *Macaca irus* (Tab. 13, 14); 2 Individuen der Art *Cercopithecus talapoin* (Tab. 7-9); 2 Individuen der Unterart *Cercopithecus aethiops callitrichus* (Tab. 7-9);) erhalten werden. (Vgl. dazu Abb. 2: "Normalkurven" mehrerer Arten einer Gattung, Kurven 5a, 6a, 7a und 8a aus der Gattung *Cercopithecus*; Abb. 3: "Normalkurven" mehrerer Individuen einer Art.)

Eine Ausnahme ist die Esterase von Individuen der Art *Macaca assamensis* (Untergattung: Rhesus): Ihre "Normalkurve" weicht zwar nicht in der Tendenz ihres Verlaufes vom Kurvenbündel der Art *Macaca mulatta* ab, aber auffallend im Niveau ihres Verlaufes.

Somit ist einerseits ein Hinweis auf die Zugehörigkeit dieser Art zur Untergattung Rhesus, andererseits aber auch ein gewisses Unterscheidungsmerkmal der Art *assamensis* von der Art *mulatta* gegeben.

Es bleibt späteren Untersuchungen vorbehalten, zum Problem der Unterscheidung von Arten weitere Beobachtungen zu sammeln.

⁺⁾ Siehe Fußnote S. 13

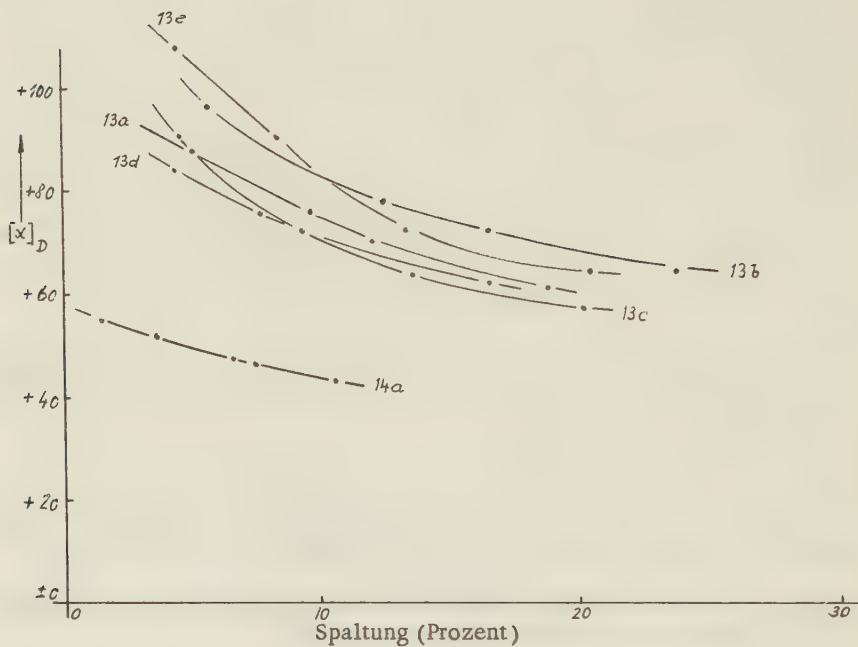


Abbildung 3

Die stereochemische Spezifität der Leberesterasen
eines Individuums der Art *Macaca assamensis*
sowie mehrerer Individuen der Art *Macaca mulatta*

(Das spezifische Drehungsvermögen der Mandelsäure
als Funktion des Spaltungsgrades.)

13a-e: 5 Individuen der Art *Macaca mulatta*

14a: *Macaca assamensis*

B. Experimenteller Teil

I. Das optische Auswählen der Leberesterasen von Individuen verschiedener Affenarten

Tabelle 3

Experimentelle Ergebnisse zur Kennzeichnung der Gattungen
und Arten aus der Ordnung Simiae mit Hilfe der stereochemischen
Spezifität der Leberesterasen

Zeichen der Tabelle:

- : kein Einfluß

+ : 1) Einfluß der Substratkonzentration:

Die Spaltungsgeschwindigkeit wird mit steigender Substratkonzentration (0,125 g, 0,25 g und 0,5 g Substrat/50 ml Versuchsansatz) gehemmt.

Die spezifische Drehung ($[\alpha]_D$) der vom Enzym abgespaltenen Mandelsäure ist mit steigender Substratkonzentration (0,125 g, 0,25 g und 0,5 g Substrat/50 ml Versuchsansatz) erniedrigt.

2) Einfluß der Spaltungsprodukte:

a) Äthanol: Der Zusatz von 70% der theoretisch abspaltbaren Menge Äthanol erniedrigt die spezifische Drehung ($[\alpha]_D$) der vom Enzym abgespaltenen Mandelsäure und hemmt die Spaltungsgeschwindigkeit.

b) Razemische Mandelsäure: Der Zusatz von 33% der theoretisch abspaltbaren Menge Mandelsäure hemmt die Spaltungsgeschwindigkeit.

Über feinere Unterschiede im optischen Auswählen von Gattung zu Gattung geben die in der ersten Spalte verzeichneten Tabellen und ihre Auswertungen Auskunft.

Gattung Art	Einfluss der Substratkonzentration		Einfluss der Spaltungsprodukte			
	Spaltungs- geschwindigkeit	auf: [α] _D der Mandelsäure	Äthanol Spaltungs- geschwindigkeit	auf: [α] _D der Mandelsäure	raz. Mandelsäure Spaltungs- geschwindigkeit	auf: [α] _D der Mandelsäure
a) Unterordnung: Platyrrhiniæ A. Familie: Cebidae						
8. Gattung: Cebus	+	-	+	-	+	-
C. apella						
C. fatuellus (Tab. 5, 6)						
B. Familie: Callitrichidae						
2. Gattung: Leontocebus						
a) UnterGattung Leontocebus	-	+	nicht geprüft			
L. rosalia (Tab. 4)						
b) Unterordnung: Catarrhini A. Familie: Cercopitheciidae						
1. Gattung: Macaca						
c) UnterGattung Rhesus	+	+	-	+	-	-
M. mulatta						
M. assamensis (Tab. 15, 16)						
f) UnterGattung Cynomolgus	+	+	-	-	+	-
M. lewis (Tab. 13, 14)						
3. Gattung: Papio						
a) UnterGattung Papio	+	+	+	+	-	-
P. leucophaeus (Tab. 17, 18)						
5. Gattung: Cercocebus	+	+	-	-	-	-
C. torquatus						
C. aterrimus (Tab. 10-12)						
6. Gattung: Cercopithecus	+	+	+	+	+	-
C. talapoin						
C. aethiops						
C. a. callitrichus						
C. cephus						
C. l. hoesti						
C. nictitans (Tab. 7-9)						

L

Gattung: *Leontocebus*

a) Untergattung: *Leontocebus*

L.rosalia

Merkmale der optischen Spezifität:

1. Habitus der $[\alpha]_D$ -Kurve: Siehe Abbildung 4
2. Art des optischen Auswählens: Bevorzugte (+)-Esterspaltung im Razemat.
3. Einfluß der Substratkonzentration: Ein Einfluß ist vorhanden.
 - a) Einfluß auf die Spaltungsgeschwindigkeit:
Es ist kein Einfluß vorhanden.
 - b) Einfluß auf das optische Auswählen:
Ein Einfluß ist vorhanden:
Mit steigender Substratkonzentration werden die $[\alpha]_D$ -Werte erniedrigt.
4. Einfluß der Spaltungsprodukte: Ist nicht geprüft.
5. Einfluß eines charakterisierenden Zusatzstoffes: Ist nicht geprüft.

Tabelle 4

Die stereochemische Spezifität der Leberesterase von *Leontocebus rosalia* (Präp. Nr. 1a) in Abhängigkeit von der Substratkonzentration

(Die Analysenproben von 50 ml enth.: Enzymlösung entspr. 0,5 E.-E. ⁺);
0,125 g bzw. 0,25 g bzw. 0,5 g raz. Mandelsäureäthylester;
1g bzw. 2 g bzw. 4 g Phosphatpuffer pH = 7,0); t = 25°C

Zeit in Std.	Mandelsäureäthylester/50 ml								
	0,125 g			0,25 g			0,5 g		
	Abgespaltene Mandelsäure			Abgespaltene Mandelsäure			Abgespaltene Mandelsäure		
	mg	%	$[\alpha]_D$	mg	%	$[\alpha]_D$	mg	%	$[\alpha]_D$
10				4,0	1,9	+156,0°	3,4	0,9	+114,4°
24				8,4	3,6	+118,2°	7,6	1,8	+ 92,0°
26	10,3	9,8	+91,9°						
34				12,2	5,7	+ 61,6°			
48				16,4	7,8	+ 39,6°			

⁺) E.-E.: Esterase-Einheit nach H.Kraut u. H.Rubenbauer (30) bzw. E. Bamann (4) sowie R. Willstätter u. F. Memmen (51).

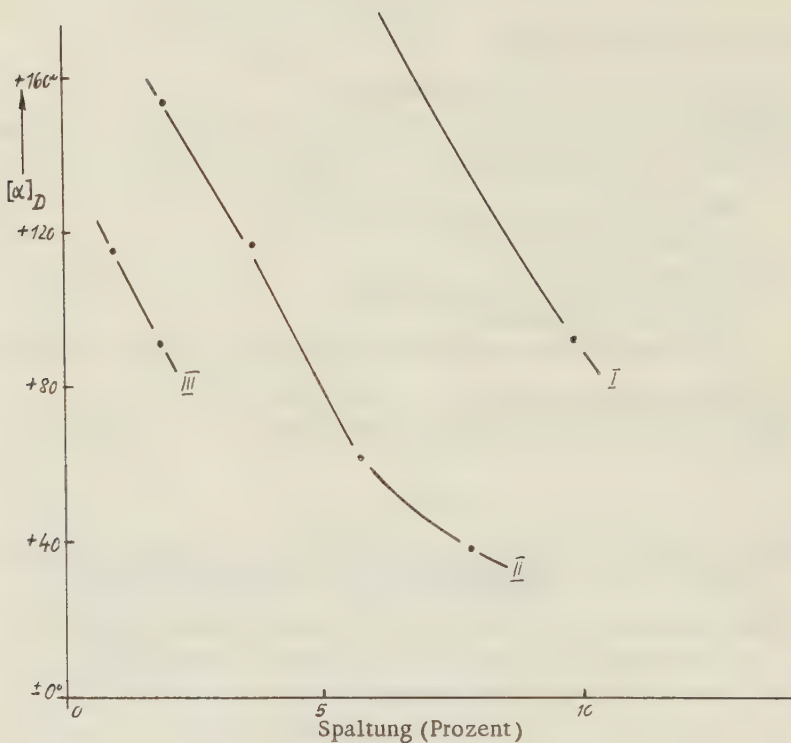


Abbildung 4

Der Einfluß der Substratkonzentration auf die stereochemische Spezifität
der Leberesterase von *Leontocebus rosalia* (Tab. 4)

(Die Analysenproben von 50 ml enth.: Enzymlösung entspr. 0,5 E.-E.;
0,125 g bzw. 0,25 g bzw. 0,5 g *raz.* Mandelsäureäthylester; 1 g bzw.
2 g bzw. 4 g Phosphatpuffer pH = 7,0); t = 25°C.

- I: 0,125 g Substrat/50 ml Versuchsansatz
- II: 0,25 g Substrat/50 ml Versuchsansatz
- III: 0,5 g Substrat/50 ml Versuchsansatz

II.

Gattung: Cebus
C.fatuellus
C.apella

Optische Spezifität und verwandtschaftliche Verhältnisse:

Die optische Spezifität der Leberesterasen von Individuen zweier untersuchter Arten aus der Gattung Cebus ist (in engen Grenzen) übereinstimmend.

Merkmale der optischen Spezifität:

1. Habitus der $[\alpha]_D$ -Kurve: $[\alpha]_D$ bei allen Spaltungsgraden im Verlauf der Durchspaltung $\pm 0^\circ$.
2. Art des optischen Auswählens: Die stereoisomeren Esterkomponenten werden im Razemat zu gleichen Anteilen gespalten, so daß keine Drehung der isolierten Mandelsäure beobachtet wird.
3. Einfluß der Substratkonzentration: Ein Einfluß ist vorhanden.
 - a) Einfluß auf die Spaltungsgeschwindigkeit: Ein Einfluß ist vorhanden; Mit steigender Substratkonzentration wird die Spaltungsgeschwindigkeit gehemmt.
 - b) Einfluß auf das optische Auswählen: Es ist kein Einfluß vorhanden.
4. Einfluß der Spaltungsprodukte: Ein Einfluß ist vorhanden.
 - a) Einfluß der Säure: Ein Einfluß ist vorhanden.
 - α) auf die Spaltungsgeschwindigkeit:
Bei Zusatz des Spaltungsproduktes raz. Mandelsäure wird die Spaltungsgeschwindigkeit gehemmt.
 - β) auf das optische Auswählen:
Es ist kein Einfluß vorhanden.
 - b) Einfluß des Alkohols: Ein Einfluß ist vorhanden.
 - α) auf die Spaltungsgeschwindigkeit:
Bei Zusatz des Spaltungsproduktes Äthanol wird die Spaltungsgeschwindigkeit gehemmt.
 - β) auf das optische Auswählen:
Es ist kein Einfluß vorhanden.
5. Einfluß eines charakterisierenden Zusatzstoffes:

Der Zusatz von Strychnin beeinflusst nur die Spaltungsgeschwindigkeit im Sinne einer Hemmung, nicht das stereochemische Verhalten des Enzyms.

Tabelle 5

Die stereochemische Spezifität der Leberesterase der Individuen von Cebus-Arten
in Abhängigkeit von der Substratkonzentration

(Die Analysenproben von 50 ml enth.: Enzymlösung entspr. 0,5 E.-E.;
0,125 g bzw. 0,25 g bzw. 0,5 g raz. Mandelsäureäthylester;
1 g bzw. 2 g bzw. 4 g Phosphatpuffer pH = 7,0); t = 25°C

Art, Präp.Nr.	Zeit in Std.	Mandelsäureäthylester/50 ml								
		0,125 g			0,25 g			0,5 g		
		Abgespaltene Mandelsäure			Abgespaltene Mandelsäure			Abgespaltene Mandelsäure		
		mg	%	$[\alpha]_D$	mg	%	$[\alpha]_D$	mg	%	$[\alpha]_D$
Cebus apella 2a	9				3,0	1,4	$\pm 0^0$			
	24	12,2	11,5	$\pm 0^0$	7,9	3,8	$\pm 0^0$	5,2	1,2	$\pm 0^0$
	34				12,2	5,8	$\pm 0^0$			
	48	24,9	23,6	$\pm 0^0$	17,7	8,3	$\pm 0^0$	9,2	2,1	$\pm 0^0$
Cebus fatu- ellus 3a	9	5,5	5,2	$\pm 0^0$	4,3	2,0	$\pm 0^0$			
	24	17,0	16,2	$\pm 0^0$	13,0	6,2	$\pm 0^0$	9,4	2,2	$\pm 0^0$
	34				17,0	8,0	$\pm 0^0$			
	48	32,9	31,1	$\pm 0^0$	23,6	13,6	$\pm 0^0$	19,0	4,5	$\pm 0^0$

Tabelle 6

Der Einfluß von Äthanol bzw. raz. Mandelsäure bzw. Strychnin auf die Hydrolyse von raz. Mandelsäureäthylester durch die Leberesterase von Individuen aus Cebus-Arten

(Die Analysenproben von 50 ml enth.: Enzymlösung entspr. 0,5 E.-E.; 0,25 g raz. Mandelsäureäthylester; 2 g Phosphatpuffer pH = 7,0); t = 25°C

Art, Präp.Nr.	Zeit in Std.	Ohne Zusatz		Zusatz von				Strychnin- sulfat	
		(%) Spal- tung	$[\alpha]_D$	Äthanol (70% d. theoret. abspaltb. Menge)		raz. Man- delsäure (33% d. theoret. abspaltb. Menge)		(50 mg)	
				(%) Spal- tung	$[\alpha]_D$	(%) Spal- tung	$[\alpha]_D$	(%) Spal- tung	$[\alpha]_D$
Cebus apella 2a	24	3,7	$\pm 0^0$	0,9	$\pm 0^0$	0,7			
	48	8,3	$\pm 0^0$	1,5	$\pm 0^0$	1,2			
Cebus fatu- ellus 3a	24	6,2	$\pm 0^0$	2,6	$\pm 0^0$	0,7	$\pm 0^0$	3,6	$\pm 0^0$
	48	13,6	$\pm 0^0$	4,9	$\pm 0^0$	1,7	$\pm 0^0$		
	60							8,7	$\pm 0^0$

III.

Gattung: *Cercopithecus*

(älterer Gattungsname: *Miopithecus*)

C. talapoin

(älterer Gattungsname: *Cercopithecus*)

C. aethiops

C. a. callitrichus

(älterer Gattungsname: *Lasiopyga*)

C. cephus

C. nictitans

C. l'hoesti

Optische Spezifität und verwandtschaftliche Beziehungen:

Die Konfigurationsspezifität der Leberesterasen von Individuen aller untersuchten Arten dieser drei Gattungen ist (in engen Grenzen) übereinstimmend.

Merkmale der optischen Spezifität:

1. Habitus der $[\alpha]_D$ -Kurve: Siehe Abbildung 5 am Beispiel der Art *Cercopithecus aethiops*.
2. Art des optischen Auswählens: Bevorzugte (+)-Esterspaltung im Razemat.
3. Einfluß der Substratkonzentration: Ein Einfluß ist vorhanden.
 - a) Einfluß auf die Spaltungsgeschwindigkeit: Ein Einfluß ist vorhanden:
Mit steigender Substratkonzentration wird die Spaltungsgeschwindigkeit gehemmt.
 - b) Einfluß auf das optische Auswählen: Ein Einfluß ist vorhanden:
Mit steigender Substratkonzentration werden die $[\alpha]_D$ -Werte erniedrigt.
4. Einfluß der Spaltungsprodukte: Ein Einfluß ist vorhanden.
 - a) Einfluß der Säure: Ein Einfluß ist vorhanden.
 - α) auf die Spaltungsgeschwindigkeit: Im Falle höherer Konzentrationen an *raz. Mandelsäure* wird die Spaltungsgeschwindigkeit gehemmt.
 - β) auf das optische Auswählen: Es ist kein Einfluß vorhanden.
 - b) Einfluß des Alkohols: Ein Einfluß ist vorhanden.
 - α) auf die Spaltungsgeschwindigkeit: Im Falle höherer Konzentrationen an *Äthanol* wird die Spaltungsgeschwindigkeit gehemmt.
 - β) auf das optische Auswählen: Im Falle höherer Konzentrationen an *Äthanol* werden die $[\alpha]_D$ -Werte erniedrigt.
5. Einfluß eines charakterisierenden Zusatzstoffes: Ist nicht geprüft.

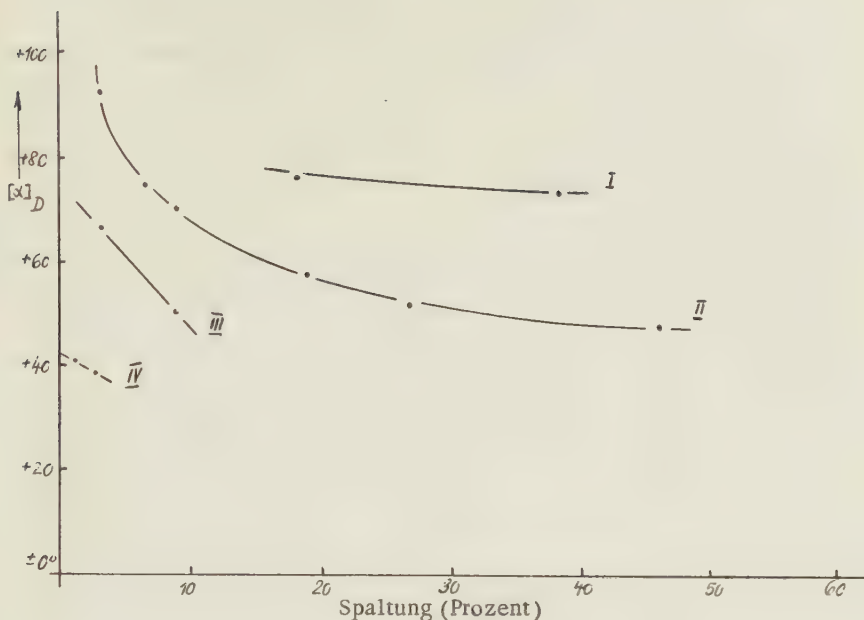


Abbildung 5

Der Einfluß der Substratkonzentration und des Spaltungsproduktes Äthanol auf die stereochemische Spezifität der Leberesterase von Cercopithecus aethiops (Tab. 7 u. 8)

(Die Analysenproben von 50 ml enth.: Enzymlösung entspr. 1,0 E.-E.; 0,125 g bzw. 0,25 g bzw. 0,5 g raz. Mandelsäureäthylester; 1 g bzw. 2 g bzw. 4 g Phosphatpuffer pH = 7,0. Ferner 0,25 g raz. Mandelsäureäthylester, 2 g Phosphatpuffer pH = 7,0 und 70% der theoret. abspaltb. Menge Äthanol); t = 25°C.

- I: 0,125 g Substrat/50 ml Versuchsansatz
- II: 0,25 g Substrat/50 ml Versuchsansatz
- III: 0,25 g Substrat und Äthanol-Zusatz
/50 ml Versuchsansatz
- IV: 0,5 g Substrat/50 ml Versuchsansatz

Tabelle 7

Die stereochemische Spezifität der Leberesterasen von Individuen verschiedener Cercopithecus-Arten
in Abhängigkeit von der Substratkonzentration

(Die Analysenproben von 50 ml enth.: Enzymlösung entspr. angegebenen E.-E.;

0,125 g bzw. 0,25 g bzw. 0,5 g *raz.* Mandelsäureäthylester;

1 g bzw. 2 g bzw. 4 g Phosphatpuffer pH = 7,0); t = 25°C

Art, Präp.Nr. E.-E.	Zeit in Std.	Mandelsäureäthylester/50 ml								
		0,125 g			0,25 g			0,5 g		
		Abgespaltene Mandelsäure			Abgespaltene Mandelsäure			Abgespaltene Mandelsäure		
		mg	%	$[\alpha]_D$	mg	%	$[\alpha]_D$	mg	%	$[\alpha]_D$
C.talapoin 4a 0,5 E.-E. 1,0 E.-E. 0,25 E.-E.	5				8,2	3,9	+ 92,2°			
	10				19,5	9,2	+ 75,6°			
	24							16,8	3,9	+39,0°
	10				45,3	21,5	+ 63,8°			
	24				103,0	48,9	+ 53,2°			
	5	7,8	7,3	+ 90,2°						
	10	15,9	15,1	+ 84,6°						
C.a.calli- trichus 5b 0,5 E.-E. 5a 1,0 E.-E.	5				5,8	2,7	+ 95,2°			
	10	14,6	13,9	+ 92,6°	10,6	5,0	+ 90,6°	5,8	1,4	+46,6°
	24	32,7	31,0	+ 81,0°				16,4	3,9	+33,4°
	10				15,8	7,5	+ 82,2°			
	24				38,0	18,0	+ 71,0°			
C.cephus 6a 0,5 E.-E.	10	6,1	5,8	+115,4°	5,0	2,4	+ 99,6°	4,6	1,1	+43,8°
	24	14,9	14,1	+ 90,8°	11,9	5,6	+ 80,0°	10,5	2,5	+39,0°
	34	24,7	23,4	+ 73,0°	18,4	8,7	+ 72,0°			
	48				24,8	11,8	+ 64,6°			
C.aethiops 7a 1,0 E.-E.	2				6,9	3,3	+ 93,2°			
	4	18,9	17,9	+ 76,8°	14,0	6,6	+ 75,0°	4,9	1,1	+41,0°
	6				18,4	8,7	+ 71,4°			
	8	40,0	37,9	+ 69,4°				10,7	2,5	+40,0°
	12				39,7	18,8	+ 57,4°			
	16				56,0	26,5	+ 52,4°			
	24				80,0	37,9	+ 50,6°			
	30				106,0	50,2	+ 48,2°			
C.nictitans 8a 0,5 E.-E. 1,0 E.-E.	5				4,9	2,3	+108,0°	3,2	0,8	+47,0°
	10	12,6	12,0	+ 96,0°	10,8	5,1	+ 95,0°			
	16							14,5	3,4	+41,6°
	10				22,7	10,8	+ 80,6°			
	24				54,8	26,0	+ 65,0°			
C.l'hoesti 9a 1,0 E.-E. 0,5 E.-E.	10				10,7	5,0	+ 84,6°	5,5	1,3	+37,4°
	24				23,6	13,5	+ 73,4°	13,1	3,1	+34,4°
	10	13,1	12,4	+ 95,6°	6,1	2,9	+ 90,4°			
	24	34,7	32,9	+ 76,4°						

Tabelle 8

Der Einfluß von Äthanol auf die stereochemische Spezifität
der Leberesterasen von Individuen aus Cercopithecus-Arten

(Die Analysenproben von 50 ml enth.: Enzymlösung entspr. angegebenen E.-E.;
0,25 g *raz.* Mandelsäureäthylester; 2 g Phosphatpuffer pH = 7,0); t = 25° C

Art, Präp.Nr. E.-E.	Zeit in Std.	Ohne Zusatz		Zusatz von Äthanol			
		Abgespaltene Mandelsäure		70% d.theoret. abspaltb.Menge		3,5% d.theoret. abspaltb.Menge	
				Abgespaltene Mandelsäure		Abgespaltene Mandelsäure	
		%	$[\alpha]_D$	%	$[\alpha]_D$	%	$[\alpha]_D$
C.talapoin 4a 0,5 E.-E.	10	9,2	+65,6°	5,7	+50,0°		
C.a.calli- trichus 5b 0,5 E.-E.	10 20 24	5,0	+90,6°	3,9 8,6	+59,8° +55,0°	4,7 10,0	+90,0° +78,6°
C.cephus 6a 0,5 E.-E.	10 20 24	2,4 5,6	+99,6° +80,0°	2,0 4,8	+73,0° +63,8°	2,2 4,7	+100,0° +86,0°
C.aethiops 7a 1,0 E.-E.	2 2,5 8	3,3	+93,2°	2,9 8,8	+67,4° +51,2°		
C.nictitans 8a 0,5 E.-E.	10 20 24	5,1	+95,0°	3,9 9,2	+60,8° +59,2°	5,4 10,9	+94,2° +75,8°
C.l'hoesti 9a 0,5 E.-E. 1,0 E.-E.	10 20 10 24	2,9 5,0 13,5	+90,4° +84,6° +73,4°	4,3 9,8	+60,8° +58,0°	3,2 6,5	+87,6° +83,0°

Tabelle 9

Der Einfluß von racemischer Mandelsäure auf die stereochemische Spezifität der Leberesterasen von Individuen verschiedener Cercopithecus-Arten

(Die Analysenproben von 50 ml enth.: Enzymlösung entspr. angegebenen E.-E.; 0,25 g rac.Mandelsäureäthylester; 2 g Phosphatpuffer pH = 7,0); t = 25° C

Art, Präp.Nr. E.-E.	Zeit in Std.	Ohne Zusatz		<u>Zusatz von rac.Mandelsäure</u>			
		Abgespaltene Mandelsäure		33% d.theoret. abspaltb.Menge		5% d.theoret. abspaltb.Menge	
				Abgespaltene Mandelsäure		Abgespaltene Mandelsäure	
		%	$[\alpha]_D$	%	$[\alpha]_D$	%	$[\alpha]_D$
C.talapoin 4a 0,5 E.-E.	10	9,2	+75,6°			8,7	+76,8°
C.a.calli- trichus 5b 0,5 E.-E.	10 24 48	5,0	+90,6°	7,6 17,9	+86,8° +69,0°	5,1	+88,6°
C.aethiops 7a 1,0 E.-E.	4 10	6,6	+75,0°	3,2 7,2	+92,0° +72,4°		
C.nictitans 8a 0,5 E.-E.	10 24	5,1	+95,0°			5,2 11,2	+95,6° +76,4°
C.l'hoesti 9a 1,0 E.-E.	10 24 48	5,0 13,5	+84,6° +73,4°	6,6 14,0	+78,6° +67,4°	5,0 13,7	+86,0° +70,8°

IV.

Gattung: *Cercocebus*

C. torquatus

C. aterrimus

Optische Spezifität und verwandtschaftliche Verhältnisse:

Die optische Spezifität der Leberesterasen von Individuen zweier untersuchter Arten aus der Gattung *Cercocebus* ist (in engen Grenzen) übereinstimmend. ⁺⁾

Merkmale der optischen Spezifität:

1. Habitus der $[\alpha]_D$ -Kurve: Siehe Abbildungen 6 und 7.
2. Art des optischen Auswählens: Bevorzugte (+)-Esterspaltung im Razemat.
3. Einfluß der Substratkonzentration: Ein Einfluß ist vorhanden.
 - a) Einfluß auf die Spaltungsgeschwindigkeit: Ein Einfluß ist vorhanden:
Mit steigender Substratkonzentration wird die Spaltungsgeschwindigkeit gehemmt.
 - b) Einfluß auf das optische Auswählen: Ein Einfluß ist vorhanden:
Mit steigender Substratkonzentration werden die $[\alpha]_D$ -Werte erniedrigt.
4. Einfluß der Spaltungsprodukte: Es ist kein Einfluß vorhanden.
5. Einfluß eines charakterisierenden Zusatzstoffes: Ist nicht geprüft.

⁺⁾ Der Unterschied im Höhenniveau der $[\alpha]_D$ -Kurven der Leberesterasen dieser beiden *Cercocebus*-Arten legt die Frage nahe, ob die Kurven etwa artspezifisch sein könnten. Diese Frage kann unserer Ansicht nach noch nicht entschieden werden, da es möglich ist, daß es sich hier um zwei extrem gelegene $[\alpha]_D$ -Kurven eines Kurvenbündels handelt, welches man bei der Untersuchung der Leberesterasen anderer Individuen dieser Arten bzw. anderer Arten dieser Gattung erhalten würde.

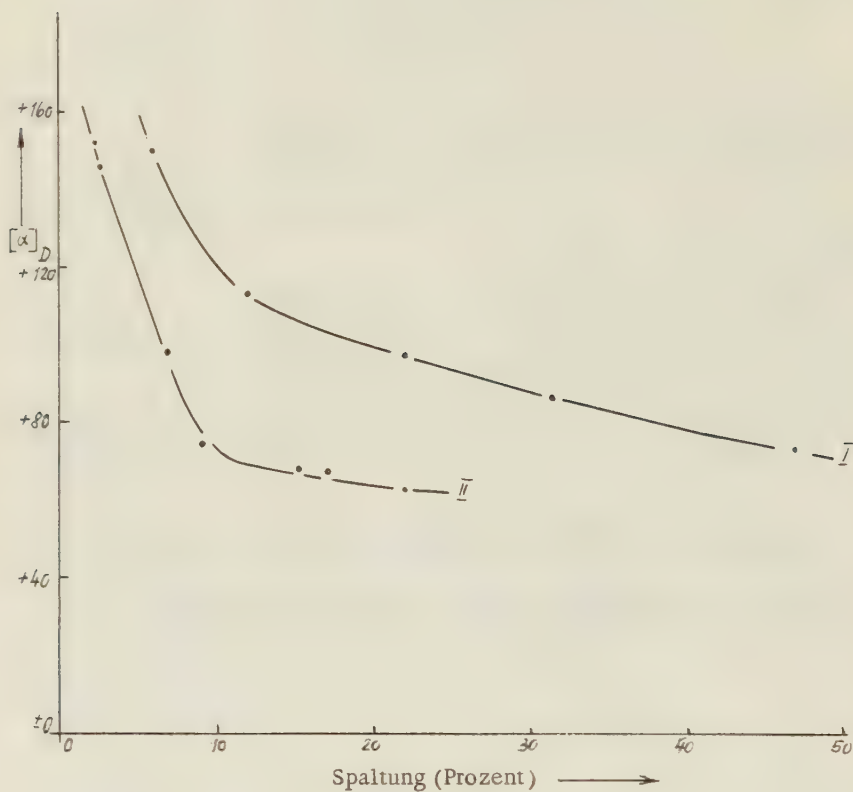


Abbildung 6

Die stereochemische Spezifität der Leberesterasen
von Individuen zweier Cercocetus-Arten (Tab. 10)

(Die Analysenproben von 50 ml enth.: Enzymlösung entspr. 0,5 E.-E.;
0,25 g *raz.* Mandelsäureäthylester; 2 g Phosphatpuffer pH = 7.0);
t = 25°C.

I: *Cercocetus torquatus* (Präp.Nr. 10a)

II: *Cercocetus aterrimus* (Präp.Nr. 11a)

Tabelle 10

Die stereochemische Spezifität der Leberesterasen
von Individuen verschiedener *Cercopithecus*-Arten
in Abhängigkeit von der Substratkonzentration

(Die Analysenproben von 50 ml enth.: Enzymlösung entspr. 0,5 E.-E.;
0,125 g bzw. 0,25 g bzw. 0,5 g *rac.* Mandelsäureäthylester;
1 g bzw. 2 g bzw. 4 g Phosphatpuffer pH = 7,0); t = 25°C

Art, Präp.Nr.	Zeit in Std.	Mandelsäureäthylester/50 ml								
		0,125 g			0,25 g			0,5 g		
		Abgespaltene Mandelsäure			Abgespaltene Mandelsäure			Abgespaltene Mandelsäure		
		mg	%	$[\alpha]_D$	mg	%	$[\alpha]_D$	mg	%	$[\alpha]_D$
C.tor- quatus 10a	3,5				8,2	3,9	+156,6°			
	5	14,9	14,1	+156,0°	12,9	6,2	+150,2°			
	10	28,6	27,2	+127,0°				8,0	1,9	+124,0°
	13				25,3	11,9	+112,2°			
	24				47,3	22,4	+ 98,2°	20,4	4,8	+ 72,2°
	34				66,5	31,6	+ 87,0°			
	48				88,5	47,2	+ 72,2°			
C.ater- rimus 11a	10				5,6	2,7	+146,6°	4,6	1,0	+160,6°
	10				5,6	2,6	+153,2°			
	12	9,0	8,5	+135,4°						
	24	18,4	17,4	+129,0°	15,2	7,2	+ 92,8°	10,2	2,6	+ 91,2°
	24				12,3	6,1	+124,2°			
	34				18,8	9,3	+ 73,6°			
	48				31,9	15,1	+ 69,0°			
	58				36,5	17,3	+ 68,4°			
	72				46,9	22,2	+ 62,2°			

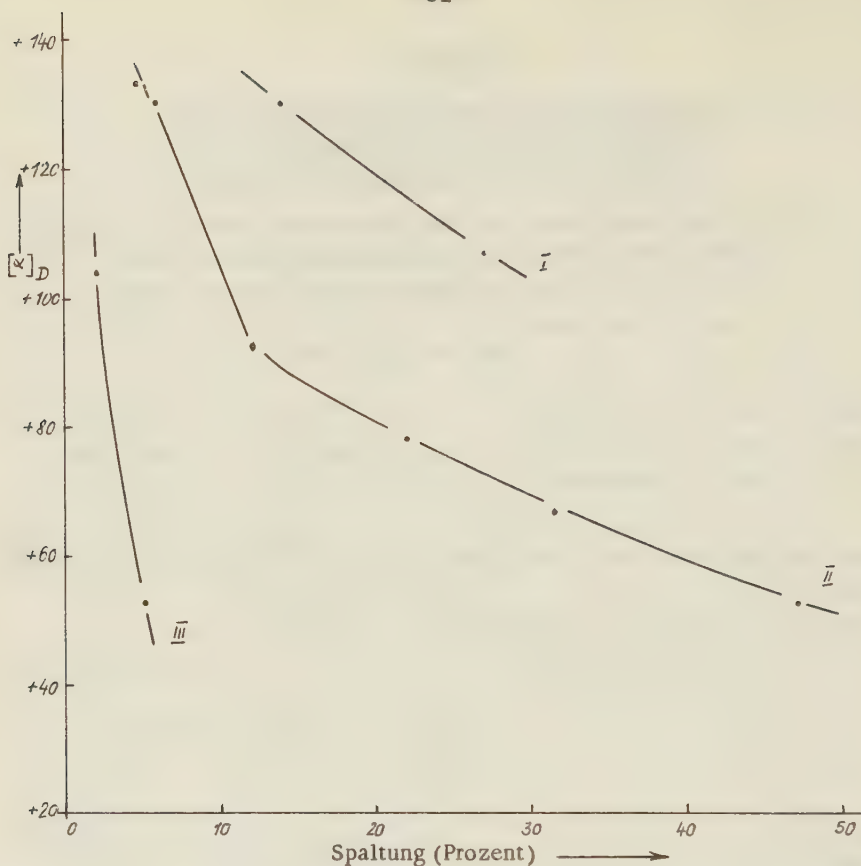


Abbildung 7

Der Einfluß der Substratkonzentration auf die stereochemische Spezifität
im Falle der Leberesterase von *Cercocebus torquatus* (Tab. 10)

(Die Analysenproben von 50 ml enth.: Enzymlösung entspr. 0,5 E.-E.;
0,125 g bzw. 0,25 g bzw. 0,5 g raz. Mandelsäureäthylester; 1 g bzw.
2 g bzw. 4 g Phosphatpuffer pH = 7,0); t = 25°C.

- I: 0,125 g Substrat/50 ml Versuchsansatz
- II: 0,25 g Substrat/50 ml Versuchsansatz
- III: 0,5 g Substrat/50 ml Versuchsansatz

Tabelle 11

Der Einfluß von Äthanol auf die stereochemische Spezifität
der Leberesterasen von Individuen verschiedener Cercopithecus-Arten

(Die Analysenproben von 50 ml enth.: Enzymlösung entspr. 0,5 E.-E.;
0,25 g raz. Mandelsäureäthylester; 2 g Phosphatpuffer pH = 7,0); t = 25°C

Art, Präp.Nr.	Zeit in Std.	Ohne Zusatz		Zusatz von Äthanol (70% d.theoret. abspaltb.Menge)	
		Abgespaltene Mandelsäure		Abgespaltene Mandelsäure	
		%	$[\alpha]_D$	%	$[\alpha]_D$
C.tor- quatus 10a	10			8,8	+124,2°
	24	22,4	+ 98,2°	22,6	+ 99,4°
C.ater- rimus 11a	10	2,6	+153,2°	2,8	+151,8°
	10,5			3,5	+134,2°
	24	7,2	+ 98,6°	7,4	+ 95,8°

Tabelle 12

Der Einfluß von razemischer Mandelsäure auf die stereochemische Spezifität
der Leberesterase von Individuen verschiedener Cercopithecus-Arten

(Die Analysenproben von 50 ml enth.: Enzymlösung entspr. 0,5 E.-E.;
0,25 g raz. Mandelsäureäthylester; 2 g Phosphatpuffer pH = 7,0); t = 25°C

Art, Präp.Nr.	Zeit in Std.	Ohne Zusatz		Zusatz von <u>raz.</u> Mandelsäure			
		Abgespaltene Mandelsäure		(33% d.theoret. abspaltb. Menge)		(5% d.theoret. abspaltb. Menge)	
		%	$[\alpha]_D$	%	$[\alpha]_D$	%	$[\alpha]_D$
C.tor- quatus 10a	24	22,4	+98,2°			25,2	+ 92,0°
	34	31,6	+87,0°	32,4	+ 80,4°		
	40					40,2	+ 76,6°
C.ater- rimus 11a	24	7,2	+98,6°	6,6	+105,0°	8,1	+101,8°
	48	15,1	+69,0°			14,5	+ 75,2°

V.

Gattung: *Macaca*

Untergattung: *Cynomolgus*

M. irus

Optische Spezifität und verwandtschaftliche Beziehungen:

Die optische Spezifität von drei untersuchten Individuen der Art *Macaca irus* ist (in engen Grenzen) übereinstimmend.

Merkmale der optischen Spezifität:

1. Habitus der $[\alpha]_D$ -Kurve: Siehe Abbildungen 8 und 9.
2. Art des optischen Auswählens: Bevorzugte (+)-Esterspaltung im Razemat.
3. Einfluß der Substratkonzentration: Ein Einfluß ist vorhanden.
 - a) Einfluß auf die Spaltungsgeschwindigkeit: Ein Einfluß ist vorhanden:
Mit steigender Substratkonzentration wird die Spaltungsgeschwindigkeit gehemmt.
 - b) Einfluß auf das optische Auswählen: Ein Einfluß ist vorhanden:
Mit steigender Substratkonzentration werden die $[\alpha]_D$ -Werte erniedrigt.
4. Einfluß der Spaltungsprodukte: Ein Einfluß ist vorhanden
 - a) Einfluß der Säure: Ein Einfluß ist vorhanden.
 - α) auf die Spaltungsgeschwindigkeit:
Bei Zusatz des Spaltungsproduktes *raz.* Mandelsäure wird die Spaltungsgeschwindigkeit gehemmt.
 - β) auf das optische Auswählen: Es ist kein Einfluß vorhanden.
 - b. Einfluß des Alkohols: Es ist kein Einfluß vorhanden.
5. Einfluß eines charakterisierenden Zusatzstoffes: Ist nicht geprüft.

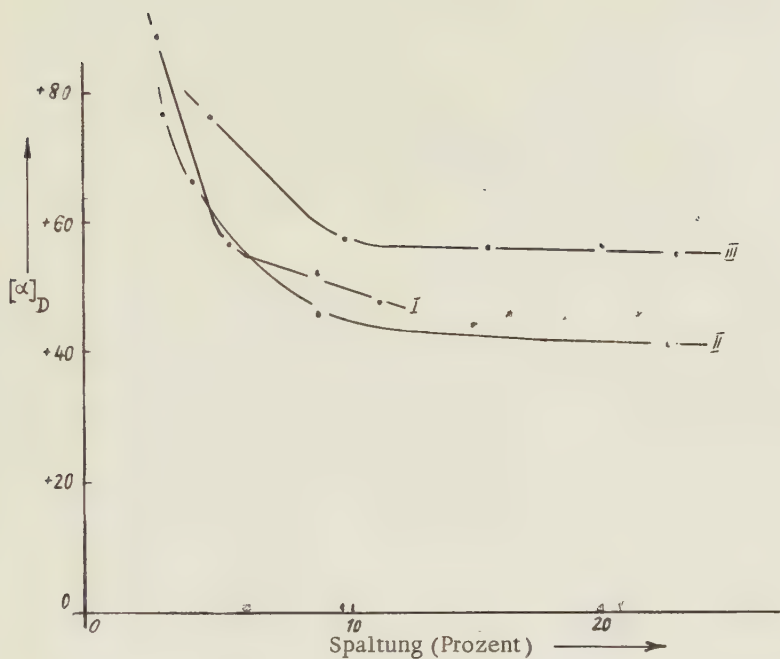


Abbildung 8

Die stereochemische Spezifität der Leberesterasen
mehrerer Individuen der Art *Macaca irus* (Tab. 13)

(Die Analysenproben von 50 ml enth.: Enzymlösung entspr. 1,0 E.-E.;
0,25 g *raz.* Mandelsäureäthylester; 2 g Phosphatpuffer pH = 7,0);
t = 25°C.

- I: Individuum a der Art *M.irus*
- II: Individuum b der Art *M.irus*
- III: Individuum c der Art *M.irus*

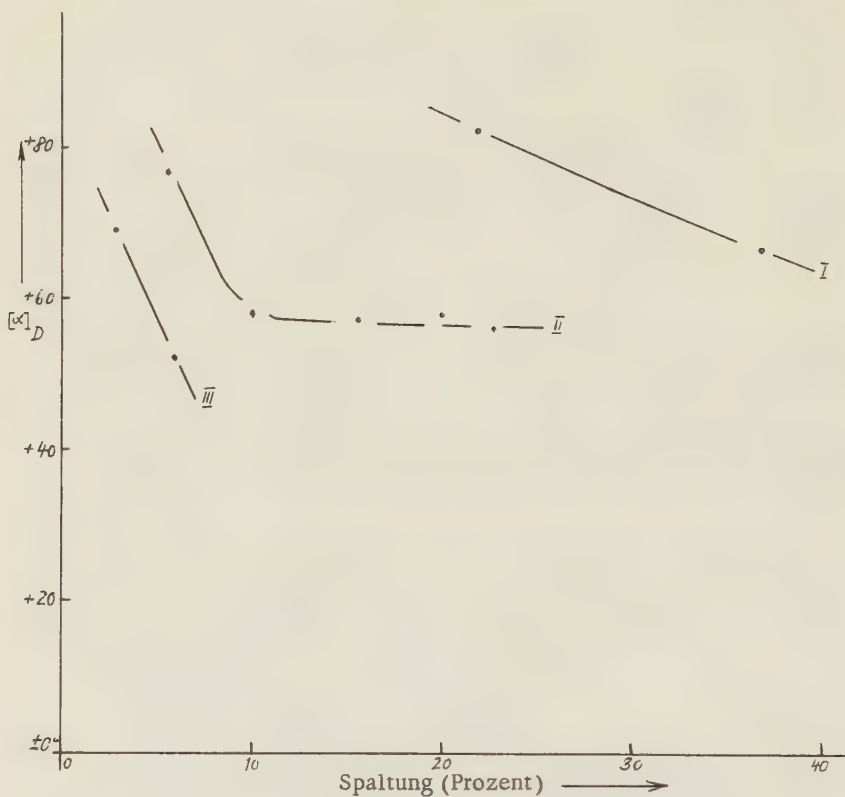


Abbildung 9

Der Einfluß der Substratkonzentration auf die stereochemische Spezifität der Leberesterase von Macaca irus (Präp. Nr. 12c) (Tab. 13)

(Die Analysenproben von 50 ml enth.: Enzymlösung entspr. 1,0 E.-E.; 0,125 g bzw. 0,25 g bzw. 0,5 g raz. Mandelsäureäthylester; 1 g bzw. 2 g bzw. 4 g Phosphatpuffer pH = 7,0); t = 25°C.

- I; 0,125 g Substrat / 50 ml Versuchsansatz
- II; 0,25 g Substrat / 50 ml Versuchsansatz
- III; 0,5 g Substrat / 50 ml Versuchsansatz

Tabelle 13

Die stereochemische Spezifität der Leberesterasen mehrerer Individuen
der Art *Macaca irus* in Abhängigkeit von der Substratkonzentration

(Die Analysenproben von 50 ml enth.: Enzymlösung entspr. 1,0 E. -E.;
0,125 g bzw. 0,25 g bzw. 0,5 g *raz.* Mandelsäureäthylester;
1 g bzw. 2 g bzw. 4 g Phosphatpuffer pH = 7,0); t = 25°C

Art, Präp.Nr.	Zeit in Std.	Mandelsäureäthylester/50 ml								
		0,125 g			0,25 g			0,5 g		
		Abgespaltene Mandelsäure			Abgespaltene Mandelsäure			Abgespaltene Mandelsäure		
		mg	%	$[\alpha]_D$	mg	%	$[\alpha]_D$	mg	%	$[\alpha]_D$
M.irus	2	10,4	9,8	+72,6°	6,1	2,8	+88,8°			
12a	4	18,3	17,3	+54,8°	12,2	5,7	+56,8°	9,0	2,1	+66,2°
	6				19,0	9,0	+52,6°			
	8				24,4	11,5	+48,0°			
	15							33,9	8,0	+38,4°
12b	3/4				6,6	3,1	+77,2°			
	1				9,0	4,2	+66,8°			
	2				19,2	9,1	+47,0°			
	4				34,5	16,4	+46,0°	24,4	5,7	+36,2°
12c	6	53,5	50,9	+46,6°	47,8	22,6	+41,4°			
	8							46,0	10,9	+28,2°
	2				12,3	5,8	+77,2°			
	4	23,3	22,0	+81,8°	21,3	10,0	+58,4°	12,3	2,9	+69,0°
	6	39,4	37,3	+66,0°	33,2	15,7	+57,4°			
	7				43,0	20,4	+58,0°			
	8				48,4	22,9	+55,6°	26,5	6,2	+52,0°

Tabelle 14

Der Einfluß von Äthanol bzw. razemischer Mandelsäure
auf die stereochemische Spezifität der Leberesterase
mehrerer Individuen der Art Macaca irus

(Die Analysenproben von 50 ml enth.: Enzymlösung entspr. 1,0 E.-E.;
0,25 g raz.Mandelsäureäthylester; 2 g Phosphatpuffer pH = 7,0); t = 25° C

Art, Präp.Nr.	Zeit in Std.	Ohne Zusatz		Zusatz von			
				<u>Äthanol</u> (70% d.theoret. abspaltb.Menge)		<u>raz.Mandelsäure</u> (33% d.theoret. abspaltb.Menge)	
		Abgespaltene Mandelsäure		Abgespaltene Mandelsäure		Abgespaltene Mandelsäure	
		‰	$[\alpha]_D$	‰	$[\alpha]_D$	‰	$[\alpha]_D$
M.irus	3			4,7	+67,8°	4,0	+79,0°
12a	6	9,0	+52,6°	9,6	+52,2°	7,3	+57,2°
12b	2	9,1	+47,0°			7,4	+56,4°
	3			10,9	+49,8°		
	6	22,6	+41,4°	22,2	+46,8°		
12c	2	5,8	+77,2°	6,0	+83,4°		
	4	10,0	+58,4°			7,2	+76,0°
	4,5			13,2	+60,8°		
	8	22,9	+55,6°			15,4	+66,4°

VI.

Gattung: *Macaca*

Untergattung: Rhesus

M. mulatta

M. assamensis

Optische Spezifität und verwandtschaftliche Verhältnisse:

Die optische Spezifität der Leberesterasen von 5 untersuchten Individuen der Art *Macaca mulatta* ist (in engen Grenzen) übereinstimmend.

Die $[\alpha]_D$ -Normalkurve ⁺⁾ weicht im Falle der Art *Macaca assamensis* im Höhengniveau von derjenigen der Art *Macaca mulatta* ab. Im Habitus der Kurven sowie in Bezug auf andere Merkmale der optischen Spezifität herrscht bei beiden Arten Übereinstimmung.

Merkmale der optischen Spezifität:

1. Habitus der $[\alpha]_D$ -Kurve: Siehe Abbildungen 3 und 10.
2. Art des optischen Auswählens: Bevorzugt(+) -Esterspaltung im Razemat.
3. Einfluß der Substratkonzentration: Ein Einfluß ist vorhanden.
 - a) Einfluß auf die Spaltungsgeschwindigkeit: Ein Einfluß ist vorhanden:
Erst im Falle hoher Esterkonzentration (0,5 g Substrat/50 ml Versuchsansatz) tritt eine Hemmung der Spaltungsgeschwindigkeit auf.
 - b) Einfluß auf das optische Auswählen: Ein Einfluß ist vorhanden:
Mit steigender Substratkonzentration (0,125 g/50 ml Versuchsansatz → 0,25 g/50 ml Versuchsansatz) sinken die $[\alpha]_D$ -Werte, um bei weiterer Erhöhung der Substratkonzentration (0,5 g/50 ml Versuchsansatz) konstant zu bleiben.
4. Einfluß der Spaltungsprodukte: Ein Einfluß ist vorhanden.
 - a) Einfluß der Säure: Es ist kein Einfluß vorhanden.
 - b) Einfluß des Alkohols: Ein Einfluß ist vorhanden:
 - α) auf die Spaltungsgeschwindigkeit: Es ist kein Einfluß vorhanden.
 - β) auf das optische Auswählen: Bei Zusatz des Spaltungsproduktes Äthanol werden die $[\alpha]_D$ -Werte erniedrigt.
5. Einfluß eines charakterisierenden Zusatzstoffes: Ist nicht geprüft.

⁺⁾ Siehe Fußnote S. 13

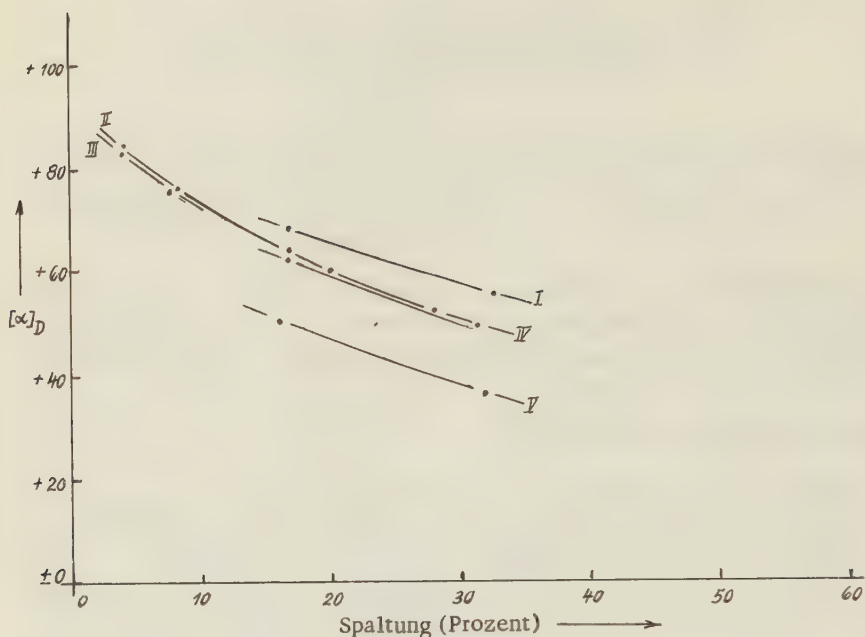


Abbildung 10

Der Einfluß der Substratkonzentration bzw. der Spaltungsprodukte des Substrates auf die stereochemische Spezifität der Leberesterase von Macaca mulatta (Präp. Nr. 13d) (Tab. 15 u. 16)

(Die Analysenproben von 50 ml enth.: Enzymlösung entspr. 0,5 E.-E.; 0,125 g bzw. 0,25 g bzw. 0,5 g *raz.* Mandelsäureäthylester; 1 g bzw. 2 g bzw. 4 g Phosphatpuffer pH = 7,0. Ferner 0,25 g *raz.* Mandelsäureäthylester und 70% der theort. abspltb. Menge Äthanol bzw. 33% der theort. abspltb. Menge *raz.* Mandelsäure; 2 g Phosphatpuffer pH = 7,0); t = 25°C.

- I: 0,125 g Substrat / 50 ml Versuchsansatz
- II: 0,25 g Substrat / 50 ml Versuchsansatz
- III: 0,5 g Substrat / 50 ml Versuchsansatz
- IV: 0,25 g Substrat und Zusatz *raz.* Mandelsäure
/ 50 ml Versuchsansatz
- V: 0,25 g Substrat und Zusatz Äthanol
/ 50 ml Versuchsansatz

(Die Analysenproben von 50 ml enth.: Enzymlösung entspr. 0,5 E.-E.;
0,125 g bzw. 0,25 g bzw. 0,5 g raz. Mandelsäureäthylester;
1 g bzw. 2 g bzw. 4 g Phosphatpuffer pH = 7,0); t = 25°C

Art, Präp.Nr.	Zeit in Std.	Mandelsäureäthylester/50 ml								
		0,125 g			0,25 g			0,5 g		
		Abgespaltene Mandelsäure			Abgespaltene Mandelsäure			Abgespaltene Mandelsäure		
		mg	%	$[\alpha]_D$	mg	%	$[\alpha]_D$	mg	%	$[\alpha]_D$
M.mulatta 13a	4	11,4	10,8	+ 79,8 ⁰	10,7	5,1	+ 89,2 ⁰	5,3	1,3	+104,2 ⁰
	8	19,5	18,5	+ 69,4 ⁰	20,7	9,6	+ 75,8 ⁰	9,6	2,3	+101,8 ⁰
	9				25,6	12,1	+ 69,4 ⁰			
	16				39,6	18,7	+ 60,8 ⁰			
13b	4	12,2	11,5	+ 90,4 ⁰	11,7	5,6	+ 96,0 ⁰	6,4	1,5	+114,4 ⁰
	8	27,4	26,0	+ 71,6 ⁰	25,9	12,3	+ 78,0 ⁰	12,2	2,9	+108,4 ⁰
	12				35,0	16,6	+ 72,8 ⁰			
	16				52,0	23,8	+ 63,4 ⁰			
13c	4	9,2	8,6	+ 85,0 ⁰	9,4	4,5	+ 90,6 ⁰	5,5	1,3	+ 97,8 ⁰
	8	20,6	19,5	+ 66,2 ⁰	19,3	9,2	+ 72,6 ⁰	9,9	2,3	+ 97,6 ⁰
	12				28,6	13,5	+ 63,4 ⁰			
	16				42,6	20,2	+ 57,0 ⁰			
13d	1				9,2	4,3	+ 84,4 ⁰			
	2	17,9	17,0	+ 68,4 ⁰	17,4	8,1	+ 76,4 ⁰			
	4	34,5	32,7	+ 55,2 ⁰	35,2	16,7	+ 63,6 ⁰	16,9	4,0	+ 83,0 ⁰
	5				43,4	20,6	+ 60,0 ⁰			
13e	7				59,0	27,9	+ 52,6 ⁰			
	8							28,9	6,9	+ 77,8 ⁰
	4	8,8	8,3	+102,0 ⁰	9,3	4,4	+107,8 ⁰	6,1	1,4	+123,2 ⁰
	8	16,8	15,8	+ 80,2 ⁰	17,2	8,4	+ 90,6 ⁰	11,4	2,7	+117,0 ⁰
	13				28,5	13,5	+ 72,2 ⁰			
	20				43,4	20,6	+ 63,4 ⁰			
	2				3,4	1,6	+ 55,2 ⁰			
	4	8,4	7,9	+ 57,8 ⁰	7,4	3,5	+ 51,6 ⁰	3,5	0,8	+ 59,4 ⁰
M.assa- mensis 14a	7,5				13,9	6,6	+ 47,0 ⁰			
	8	14,9	14,1	+ 52,6 ⁰	15,4	7,3	+ 45,6 ⁰	6,9	1,6	+ 52,6 ⁰
	13				27,0	12,5	+ 43,0 ⁰			

Tabelle 16

Der Einfluß von Äthanol bzw. racemischer Mandelsäure
auf die stereochemische Spezifität der Leberesterasen von Individuen
der Arten *Macaca mulatta* und *Macaca assamensis*

(Die Analysenproben von 50 ml enth.: Enzymlösung entspr. 0,5 E.-E.;
0,25 g rac.Mandelsäureäthylester; 2 g Phosphatpuffer pH = 7,0); t = 25°C

Art, Präp.Nr.	Zeit in Std.	Ohne Zusatz		Zusatz von			
				Äthanol		raz.Mandelsäure	
		Abgespaltene Mandelsäure		Abgespaltene Mandelsäure		Abgespaltene Mandelsäure	
		%	$[\alpha]_D$	%	$[\alpha]_D$	%	$[\alpha]_D$
M.mulatta 13a	4	5,1	+ 89,2°	5,3	+68,0°		
	6					8,3	+ 80,0°
	7			8,7	+64,4°		
	8	9,6	+ 75,8°	10,9	+53,0°		
	12					17,1	+ 63,6°
	24			32,0	+37,0°		
13b	7			11,3	+62,0°	9,9	+ 86,0°
	8	12,3	+ 78,0°	13,0	+59,4°		
	12	16,6	+ 72,8°	16,9	+54,2°		
	24			38,9	+29,8°	41,1	+ 57,6°
13c	4	4,5	+ 90,6°	4,2	+65,8°		
	7			7,9	+58,0°		
	8	9,2	+ 72,6°	9,7	+56,2°	9,3	+ 73,2°
	24			29,3	+34,0°	29,2	+ 49,2°
13d	4	16,7	+ 63,6°	16,2	+50,0°	16,6	+ 62,8°
	8			31,7	+36,0°	31,4	+ 49,2°
13e	4	4,4	+107,8°	4,0	+80,0°	4,5	+108,0°
	8	8,4	+ 90,6°	9,5	+69,8°	8,7	+ 87,6°
M.assa- mensis 14a	4	3,5	+ 51,6°	3,6	+39,4°	4,1	+ 50,8°
	8	7,3	+ 45,6°	7,2	+32,0°	7,2	+ 47,0°

VII.

Gattung: Papio

Untergattung: Papio

P.leucophaeus

Merkmale der optischen Spezifität:

1. Habitus der $[\alpha]_D$ -Kurve: Siehe Abbildung 11.
2. Art des optischen Auswählens: Bevorzugte (+)-Esterspaltung im Razemat.
3. Einfluß der Substratkonzentration: Ein Einfluß ist vorhanden.
 - a) Einfluß auf die Spaltungsgeschwindigkeit: Ein Einfluß ist vorhanden:
Mit steigender Substratkonzentration wird die Spaltungsgeschwindigkeit gehemmt.
 - b) Einfluß auf das optische Auswählen: Ein Einfluß ist vorhanden:
Erst im Falle hoher Substratkonzentration (0,5 g/50 ml Versuchsansatz) tritt eine Erniedrigung der $[\alpha]_D$ -Werte auf.
4. Einfluß der Spaltungsprodukte: Ein Einfluß ist vorhanden:
 - a) Einfluß der Säure: Es ist kein Einfluß vorhanden.
 - b) Einfluß des Alkohols: Ein Einfluß ist vorhanden:
 - α) auf die Spaltungsgeschwindigkeit: Bei Zusatz des Spaltungsproduktes Äthanol wird die Spaltungsgeschwindigkeit gehemmt.
 - β) auf das optische Auswählen: Bei Zusatz des Spaltungsproduktes Äthanol werden die $[\alpha]_D$ -Werte erniedrigt.
5. Einfluß eines charakterisierenden Zusatzstoffes: Ist nicht geprüft.

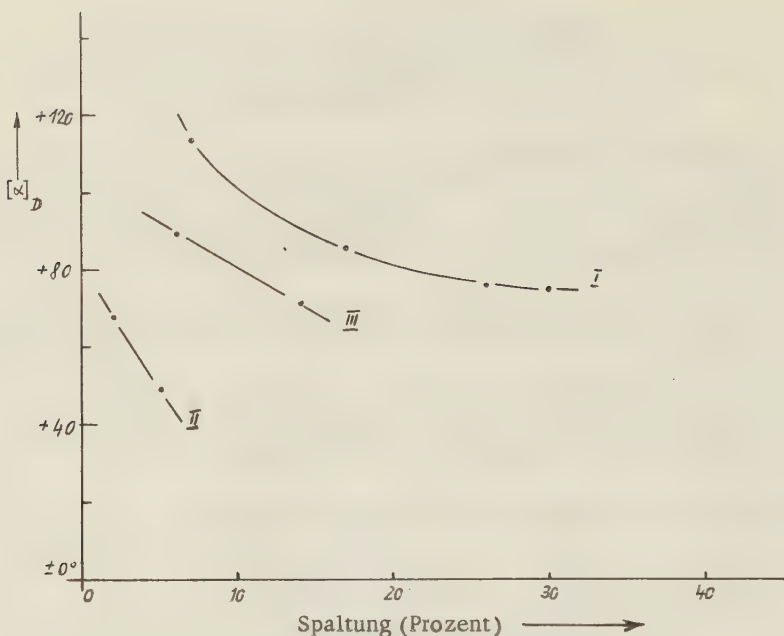


Abbildung 11

Der Einfluß der Substratkonzentration bzw. des Spaltungsproduktes Äthanol auf die stereochemische Spezifität der Leberesterase von Papio leucophaeus (Präp. Nr. 15a) (Tab. 17 u. 18)

(Die Analysenproben von 50 ml enth.: Enzymlösung entspr. 0,5 E.-E.; 0,25 g bzw. 0,5 g raz.Mandelsäure-Äthylester; 2 g bzw. 4 g Phosphatpuffer pH = 7,0. Ferner 0,25 g raz.Mandelsäureäthylester; 70% der theoret. abspaltb. Menge Äthanol; 2 g Phosphatpuffer pH = 7,0);
t = 25°C.

- I: 0,25 g Substrat/50 ml Versuchsansatz
- II: 0,5 g Substrat/50 ml Versuchsansatz
- III: 0,25 g Substrat und Äthanol-Zusatz
/50 ml Versuchsansatz

Tabelle 17

Die stereochemische Spezifität der Leberesterase von Papio leucophaeus
(Präp. 15a) in Abhängigkeit von der Substratkonzentration

(Die Analysenproben von 50 ml enth.: Enzymlösung entspr. 0,5 E.-E.;
0,125 g bzw. 0,25 g bzw. 0,5 g raz. Mandelsäureäthylester;
1 g bzw. 2 g bzw. 4 g Phosphatpuffer pH = 7,0); t = 25°C

Zeit in Std.	Mandelsäureäthylester/50 ml								
	0,125 g			0,25 g			0,5 g		
	Abgespaltene Mandelsäure			Abgespaltene Mandelsäure			Abgespaltene Mandelsäure		
	mg	%	$[\alpha]_D$	mg	%	$[\alpha]_D$	mg	%	$[\alpha]_D$
5	9,2	8,7	+108,0°						
10	19,8	18,7	+ 81,0°	15,2	7,2	+114,4°	8,7	2,1	+79,2°
24	45,6	43,2	+ 74,6°	36,5	17,3	+ 86,4°	20,2	4,8	+59,4°
34				48,2	22,9	+ 75,0°			
40				55,0	26,0	+ 76,4°			
48				63,0	29,9	+ 74,4°			

Tabelle 18

Der Einfluß von Äthanol bzw. racemischer Mandelsäure
auf die stereochemische Spezifität der Leberesterase
von Papio leucophaeus (Präp. 15a)

(Die Analysenproben von 50 ml enth.: Enzymlösung entspr. 0,5 E.-E.;
0,25 g raz. Mandelsäureäthylester; 2 g Phosphatpuffer pH = 7,0); t = 25°C

Zeit in Std.	Ohne Zusatz		Zusatz von			
			<u>Äthanol</u>		<u>raz. Mandelsäure</u>	
			(70% d.theoret. abspaltb. Menge)		(33% d.theoret. abspaltb. Menge)	
	Abgespaltene Mandelsäure		Abgespaltene Mandelsäure		Abgespaltene Mandelsäure	
	%	$[\alpha]_D$	%	$[\alpha]_D$	%	$[\alpha]_D$
10	7,2	+114,4°	5,8	+90,4°		
24	17,3	+ 86,4°	14,4	+70,8°		
34	22,9	+ 75,0°			21,7	+76,2°
48	29,9	+ 74,4°			31,6	+74,0°

II. Methodik

1. Enzymmaterial:

Die Lebern waren den getöteten oder verstorbenen Tieren ohne Verzug entnommen und gelangten auf dem raschesten Beförderungswege in unsere Hand. Dabei waren sie in Cellophanbeuteln wasserdicht verpackt; diese befanden sich in Thermosflaschen, deren restliches Volumen mit Eisstückchen beschickt war.

Die Verarbeitung der Frischlebern zu Trockenpräparaten geschah nach dem Verfahren von R. Willstätter und E. Waldschmidt-Leitz (52) sowie R. Willstätter, E. Bamann und J. Waldschmidt-Graser (48).

Die Herstellung der Enzymlösungen und ihre Reinigung durch Essigsäurefällung sowie Dialyse erfolgten nach den Vorschriften der Untersuchung von R. Willstätter, R. Kuhn und E. Bamann (49).

Die Esterase-Wirksamkeit wird in Esterase-Einheiten (E.-E.) nach R. Willstätter und F. Memmem (51) in der Modifikation der Arbeiten von H. Kraut und J. Rubenbauer (30) sowie E. Bamann (4) angegeben. Allerdings betrug die Meßtemperatur in unseren Versuchen 25°C anstelle von 30°C in den Untersuchungen der genannten Autoren.

Über die Kennzeichnung der einzelnen Leberesterase-Präparate gibt Tabelle 19 Auskunft.

2. Versuchs-Ansatz und -Temperatur:

Der Versuchsansatz ist jeweils bei den einzelnen Tabellen angegeben. Der Normalansatz enthielt in 50 ml 0,25 g *raz.* Mandelsäureäthylester (induktionsfrei (50) (10)), 2 g Phosphatpuffer pH = 7,0, die gereinigte Enzymlösung, ferner gelegentlich Zusätze, wie von Fall zu Fall angegeben. $t = 25^{\circ}\text{C}$.

3. Aufarbeitung des Versuchsansatzes:

Die Aufarbeitung des Versuchsansatzes bzw. der Analysenprobe geschah nach den Angaben von E. Bamann und P. Laeverenz (5). Die Eigenhydrolyse des Mandelsäureäthylesters kommt im Versuch zum Abzug, ihr Umfang in Anwesenheit von Phosphatpuffer (pH = 7,0) ist aus der Abbildung 12 zu entnehmen.

Tabelle 19

Trockenpräparate aus Frischlebern

Präp. Nr.	Indi- vidu- um	Art	Deutsche Bezeichnung	Geschlecht	Alter in Jahren
1	a	Leontocebus rosalia	Löwenäffchen	männlich	3
2	a	Cebus apella	Apella	männlich	5
3	a	Cebus fatuellus	Gehaubter Kapuziner	männlich	1
4	a	Cercopithecus talapoin	Zwergmeer- katze	männlich	4
	b	Cercopithecus talapoin	Zwergmeer- katze	männlich	4
5	a	Cercopithecus a.callitrichus	Gelbgrüne Meerkatze	männlich	7
	b	Cercopithecus a.callitrichus	Gelbgrüne Meerkatze	männlich	3
6	a	Cercopithecus cephus	Blaumaul- Meerkatze	weiblich	2
7	a	Cercopithecus aethiops	Grüne Meerkatze		6
8	a	Cercopithecus nictitans	Weißnasen- Meerkatze	weiblich	5
9	a	Cercopithecus l'hoesti	Vollbart- Meerkatze	weiblich	9
10	a	Cercocebus torquatus	Rotkopf- Mangabe	weiblich	9
11	a	Cercocebus aterrimus	Schwarze Schopfmangabe	weiblich	12
12	a	Macaca irus	Makak		
	b	Macaca irus	Makak		
	c	Macaca irus	Makak		
13	a	Macaca mulatta	Rhesus		
	b	Macaca mulatta	Rhesus		
	c	Macaca mulatta	Rhesus		
	d	Macaca mulatta	Rhesus		
	e	Macaca mulatta	Rhesus		
14	a	Macaca assamensis	Assam-Makak	weiblich	1
15	a	Papio leucophaeus	Drill	männlich	20

Tabelle 20

Hydrolyse von racemischem Mandelsäureäthylester
in Anwesenheit von Phosphatpuffer pH = 7,0

(Die Analysenproben von 50 ml enth.: 0,25 g rac. Mandelsäureäthylester;
2 g Phosphatpuffer pH = 7,0); $t = 25^{\circ}\text{C}$

Zeit in Std.	Verbrauch $n/10$ -KOH	Spaltungs- grad (Prozent)
48	0,54	3,9
96	1,0	7,2
168	1,8	12,9

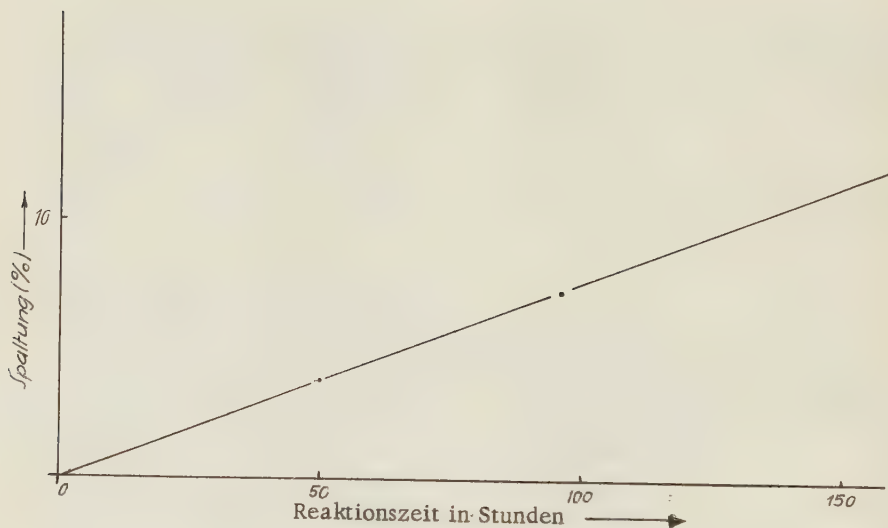


Abbildung 12

Die Hydrolyse von racemischem Mandelsäureäthylester
in Anwesenheit von Phosphatpuffer pH = 7,0 bei 25°C

Darstellung der in Tab. 20 zusammengestellten Ergebnisse.

(Die Analysenproben von 50 ml enth.: 0,25 g rac. Mandelsäureäthylester;
2 g Phosphatpuffer pH = 7,0)

C. Anhang

Die systematische Gliederung der Ordnung Simiae ⁺

(Die Arten, die in unserer Arbeit zur Untersuchung herangezogen wurden,
sind durch Unterstreichen kenntlich gemacht.)

Subordo: Simiae

Infraordo: Platyrrhinae (Breitnasen)

Superfamilia: Ceboidea (Neuweltaffen)

A. Familia: Cebidae

L. Subfamilia: Cebinae (Rollschwanzaffen)

- | | | |
|----------------------|-------------------|---------------------------|
| 1. Genus: Aotes | A. trivirgatus | Gew. Nachtaffe |
| 2. Genus: Callicebus | C. torquatus | Witwenaffe |
| | C. cupreus | Roter Springaffe |
| | C. personatus | Sahuassu |
| 3. Genus: Pithecia | P. monacha | Zottelaffe |
| | P. pithecia | Weißkopffaffe |
| 4. Genus: Chiropotes | C. satanas | Satansaffe |
| | C. albinasa | Weißnasenaffe |
| | C. chiropotes | Judenaffe |
| 5. Genus: Cacajao | C. calvus | Uakari |
| | C. rubicundus | Roter Uakari |
| | C. melanocephalus | Schwarzer Uakari |
| 6. Genus: Alouatta | A. belzebul | Gelbhändiger
Brüllaffe |
| | A. seniculus | Roter Brüllaffe |
| | A. caraya | Schwarzer Brüllaffe |
| | A. fusca | |
| | A. palliata | Mantelbrüllaffe |
| | A. villosa | Mono |
| 7. Genus: Saimiri | S. sciureus | Totenköpfchen |
| | S. madeirae | |
| | S. boliviensis | |
| | S. oerstedii | |

⁺ Nach W. Fiedler: Übersicht über das System der Primates, in: H. Hofer,
A. H. Schultz und D. Stark: Primatologia I, Verlag S. Karger, Basel-New York
1956.

8. Genus: Cebus	C.capuzinus	Kapuziner
	C.albifrons	Weißschulter- kapuziner
	C.nigrivittatus	Brauner Kapuziner
	<u>C.apella</u>	<u>Apella</u>
	<u>C.fatuellus</u>	<u>Gehaubter Kapuziner</u>
	C.macrocephalus	Dickkopfkapuziner
	C.cirifer	Gehörnter Kapuziner

9. Genus: Ateles

a) Subgenus: Ateles

A.paniscus	
A.belzebuth	Weißbauch- klammeraffe

b) Subgenus: Brachyteles

A.fusciceps	
A.geoffroyi	
A.arachnoides	Spinnenaffe

10. Genus: Lagothrix

L.lagothricha	Grauer Wollaffe
L.ubericola	
L.infumata	Brauner Wollaffe
L.lugens	
L.thomasi	

II. Subfamilia: Callimiconinae

11. Genus: Callimico

C.goeldii	Springtamarin
-----------	---------------

B. Familia: Callithricidae (Krallenäffchen)

1. Genus: Callithrix

a) Subgenus: Callithrix

C.argentata	Silberäffchen
C.chrysoleucos	
C.jacchus	Weißpinseläffchen
C.pennicillata	Schwarzpinseläffchen

b) Subgenus: Cebuella

C.pygmaea	Zwergseidenäffchen
-----------	--------------------

2. Genus: Leontocebus

a) Subgenus: Leontocebus

<u>L.rosalia</u>	<u>Großes Löwenäffchen</u>
L.chrysomelas	
L.chrysopygus	

b) Subgenus: Tamarin

L.tamarin	Mohrenäffchen
L.midas	

c) Subgenus: Tamarinus

L.nigricollis	
L.mystax	Schnurrbartäffchen
L.illigeri	
L.graellsii	

- | | |
|--------------------------|---------------|
| c) Subgenus: Tamarinus | L.labiatus |
| | L.imperator |
| | L.pileatus |
| | L.fuscicollis |
| | L.pluto |
| | L.wedelli |
| | L.melanoleuca |
| d) Subgenus: Marikina | L.bicolor |
| | L.martinsi |
| | L.leucopus |
| e) Subgenus: Oedipomidas | L.oedipus |
| | L.geoffroyi |

Infraordo: Catarrhina (Schmalnasen)

Superfamilia: Cercopithecoidea (Hundsaffen)

A. Familia: Cercopithecidae

I. Subfamilia: Cercopithecinae

1. Genus: Macaca

- | | | |
|-------------------------|----------------------|---------------------|
| a) Subgenus: Macaca | M.sylvana | Magot |
| b) Subgenus: Lyssodes | M.speciosa | Bärenmakak |
| | M.fuscata | Jap. Makak |
| c) Subgenus: Rhesus | <u>M.mulatta</u> | <u>Rhesus</u> |
| | M.cyclopis | Formosa-Makak |
| | <u>M.assa mensis</u> | <u>Assam-Makak</u> |
| d) Subgenus: Silenus | M.silenus | Bartaffe |
| | M.nemestrina | Schweinsaffe |
| e) Subgenus: Zati | M.radiata | Hutaffe |
| | M.sinica | Ceylon-Hutaffe |
| f) Subgenus: Cynomolgus | <u>M.irus</u> | <u>Javaner-Affe</u> |
| g) Subgenus: Gymnopyga | M.maura | Mohrenmakak |

2. Genus: Cynopithecus

C.niger Schopfpavian

3. Genus: Papio

- | | | |
|-----------------------------|----------------------|---------------|
| a) Subgenus: Papio | P.sphinx | Mandrill |
| | <u>P.leucophaeus</u> | <u>Drill</u> |
| b) Subgenus: Chaeropithecus | P.comatus | Bärenpavian |
| | P.cynocephalus | Gelber Babuin |
| | P.doguera | Anubis |
| | P.papio | Roter Pavian |
| c) Subgenus: Comopithecus | P.hamadryas | Mantelpavian |

4. Genus: Theropithecus	T.gelada	Dschelada
5. Genus: Cercocebus	C.albigena	Mantelmangabe
	<u>C.aterrimus</u>	<u>Schwarze Schopf-</u> <u>mangabe</u>
	<u>C.torquatus</u>	<u>Rotkopf mangabe</u>
	C.galeritus	Haubenmangabe
6. Genus: Cercopithecus		
a) Subgenus: Cercopithecus	<u>C.aethiops</u>	<u>Grüne Meerkatze</u>
	C.a.aethiops	
	C.a.callitrichus	
	<u>C.cephus</u>	<u>Blaumaulmeerkatze</u>
	C.hamlyni	Hamlyn-Meerkatze
	<u>C.l'hoesti</u>	<u>Vollbartmeerkatze</u>
	C.mitis	Diadem-Meerkatze
	C.mona	Mona-Meerkatze
	C.neglectus	Brazza-Meerkatze
	<u>C.nictitans</u>	<u>Weißnasen-Meerkatze</u>
	<u>C.talapoin</u>	<u>Zwerg-Meerkatze</u>
b) Subgenus: Allenopithecus:	C.nigroviridis	
7. Genus: Erythrocebus	E.patas	Husarenaffe
II. Subfamilia: Colobinae (Schlankaffen)		
8. Genus: Presbytis		
a) Subgenus: Presbytis	P.melalophos	Roter Schlankaffe
	P.aygula	Sudan-Schlankaffe
	P.rubicunda	
	P.frontatus	Weißstirnschlankaffe
b) Subgenus: Trachypithecus	P.cristatus	Budeng
	P.obscurus	Rauchgrauer Blattaaffe
	P.potenziani	Mentawi-Schlankaffe
	P.francoisi	Francois's Schlank-
		affe
	P.phayrei	Phayre's Schlank-
		affe
	P.pileatus	Schopfhulman
c) Subgenus: Kasi	P.senex	Weißbartschlankaffe
	P.johni	Nilgiri-Langur
d) Subgenus: Semnopithecus	P.entellus	Hulman
9. Genus: Pygathrix	P.nemaeus	Duk
10. Genus: Rhinopithecus		
a) Subgenus: Rhinopithecus	R.roxellanae	Tibet-Stumpfnasen-
		affe
b) Subgenus: Presbytiscus	R.avunculus	Tonkin-Stumpfnasen-
		affe

11. Genus: Simias	S.concolor	Pageh-Stumpfnasen- affe
12. Genus: Nasalis	N.larvatus	Nasenaaffe
13. Genus: Colobus		
a) Subgenus: Colobus	C.polykomos	Weißbartstummel- affe
	C.p.occidentalis	Westl. Guereza
	C.satanas	Satansaffe
	C.guereza	Abessinischer Guereza
	C.g.caudatus	Weißschwanzguereza
	C.angolensis	Angola-Guereza
	C.palliatus	Mantelaffe
	C.ruwenzorii	
	C.badius	Roter Stummelaffe
	C.kirkii	Kirk's Stummelaffe
b) Subgenus: Procolobus	C.verus	Schopfstummelaffe

Superfamilia: Hominoidea

A. Familia: Hylobatidae

1. Genus: Hylobates

a) Subgenus: Hylobates

H.lar	Weißhandgibbon
H.agilis	Schwarzhandgibbon
H.moloch	Silbergibbon
H.concolor	Schwarzer Gibbon

b) Subgenus: Brachitanytes

H.klossii	Zwerg-Siamang
-----------	---------------

2. Genus: Symphalangus

S.syndactylus	Siamang
---------------	---------

B. Familia: Pongidae

II. Subfamilia: Ponginae (Menschenaffen)

1. Genus: Pongo

P.pygmaeus	Orang-Utan
------------	------------

2. Genus: Pan

P.troglodytes	
P.paniscus	Zwerg-Schimpanse
G.gorilla	Gorilla

3. Genus: Gorilla

C. Familia: Hominidae

1. Genus: Homo

H.sapiens	Mensch
-----------	--------

D. Literaturverzeichnis

- 1) Ammon, R.: Esterasen, in: F.F. Nord u. R. Weidenhagen, Handbuch der Enzymologie, Leipzig 1940, S.350
- 2) Ammon, R. u. W. Geisler: Virchows Archiv 285, 286 (1932)
- 3) Ascoli, A.: Grundriß der Serologie, Wien 1921
- 4) Bamann, E.: Ber.dtsch.chem.Ges. 62, 1538 (1929)
- 4a) Bamann, E. u. R. Ammon: Die stereochemische Spezifität der ester-spaltenden Enzyme, in: E. Bamann und K. Myrbäck, Die Methoden der Fermentforschung, Leipzig 1941, New York 1945, S.1704
- 5) Bamann, E. u. P. Laeverenz: Ber.dtsch.chem.Ges. 63, 394 (1930)
- 6) Bamann, E. u. P. Laeverenz: Ber.dtsch.chem.Ges. 63, 2939 (1930)
- 7) Bamann, E. u. P. Laeverenz: Ber.dtsch.chem.Ges. 64, 897 (1931)
- 8) Bamann, E. u. P. Laeverenz: Hoppe-Seyler's Z.physiol.Chem. 223, 185(1934)
- 9) Bamann, E., S. Mahdihassan u. P. Laeverenz: Hoppe-Seyler's Z.physiol.Chem. 215, 142 (1933)
- 10) Bamann, E. u. M. Schmeller: Hoppe-Seylers's Z.physiol.Chem. 188, 251 (1930)
- 11) Bamann, E., E. Ullmann u. R. Boshart: Abhandl. im Druck
- 12) Bamann, E., E. Ullmann, A. Schuegraf u. R. Boshart: Biochem.Z. 325, 170 (1954)
- 13) Blagowestschenski, A.W.: Die biochemischen Grundlagen des Evolutionsprozesses der Pflanzen, Berlin 1955
- 14) Brehm, A.E.: Brehms Tierleben, 4.Aufl., Leipzig-Wien 1916, Bd.4
- 15) Candolle, A.P.de: Essai sur les propriétés médicales des plantes, comparées avec leurs formes extérieures et leur classification naturelle, Paris 1816
- 16) Cobet, R.: Dissertation Univ.München 1956
- 17) Florkin, F.: Biochemical Evolution, New York 1949
- 18) Gehrmann, H.J., L. Endres u. R. Cobet: Naturwissenschaften 42, 181 (1955)
- 19) Hänsel, R.: Arch.Pharmaz.Ber.dtsch.pharmaz.Ges. 289/61, 619 (1956)
- 20) Hänsel, R. u. L. Hörhammer: Arch.Pharmaz.Ber.dtsch.pharmaz.Ges. 287/59, 117, 189 (1954)
- 21) Hegnauer, R.: Pharm.Act.Helv. 33, 287 (1958)
- 22) Hilditsch, T.P.: Endaeavour 11, 173 (1952)
- 23) Hilditsch, T.P. and J.A. Lovern: Nature 137, 478 (1936)
- 23a) Hofer, H., A.H. Schultz u. D. Stark: Primatologia I, Handbuch der Primatenkunde, Basel-New York 1956
- 24) Hörhammer, L. u. R. Hänsel: Arch.Pharmaz.Ber.dtsch.pharmaz.Ges. 288/60, 153 (1955)
- 25) Hörhammer, L., R. Hänsel u. W. Endres: Arch.Pharmaz.Ber.dtsch.pharmaz.Ges. 289/61, 133 (1956)

- 26) Hörhammer, L., R. Hänsel, G. Kriesmair u. W. Endres: Arch.Pharmaz. Ber.dtsch.pharmaz.Ges. 288/60, 419 (1955)
- 27) Hörhammer, L., G. Kriesmair u. E. Grau: Arch.Pharmaz.Ber.dtsch. pharmaz.Ges. 288/60, 494 (1955)
- 28) Hörhammer, L. u. K. Müller: Arch.Pharmaz.Ber.dtsch.pharmaz.Ges. 287/59, 126 (1954)
- 29) Jaretzki, R.: Arch.Pharmaz.Ber.dtsch.pharmaz.Ges. 266/38, 602 (1928)
- 30) Kraut, H. u. H. Rubenbauer: Hoppe-Seyler's Z.physiol.Chem. 173, 103 (1928)
- 31) Linnè, C.: Philosophia botanica, Stockholm u. Amsterdam 1751
- 32) Mansfeld, R.: Biol.Zbl. 67, 320 (1948)
- 33) Marker, R.E. and F. Lopy: J.Am.chem.Soc. 69, 2375, 2403 (1947)
- 34) Merxmüller, H.: Naturwissenschaftl. Rdschau 2, 68 (1949)
- 35) Molisch, H.: Pflanzenchemie und Pflanzenverwandtschaft, Jena 1933
- 36) Molisch, H.: Mikrochemie der Pflanzen, Jena 1923
- 36a) Mollison, Th.: Korresp.Bl.Dtsch.Ges.Anthropol. 43, 132 (1912)
- 36b) Mollison, Th.: Abderhalden's Hdbuch biol.Arbeitsmeth. Abt.9, T.1, p. 553; Berlin-Wien 1923
- 36c) Moritz, O. u. D. Frohne: Flora 146, 425 (1958)
- 37) Paech, K.: Fortschr. d. Bot. 13, 290 (1949/50)
- 38) Paech, K.: Biochemie und Physiologie der sekundären Pflanzenstoffe, Berlin-Göttingen-Heidelberg 1950
- 39) Petiver, A.: J.Phil.Transactions 21, 289 (1699)
- 40) Rona, P. u. R. Ammon: Biochem.Z. 181, 48 (1927)
- 41) Schmelzer, J.: Dissertation Univ.München 1956
- 42) Schwab, G.-M., E. Bamann u. P. Laeverenz: Hoppe-Seyler's Z.physiol.Chem. 215, 121 (1933)
- 43) Seybold, A. u. H. Mehner: S.-B. Heidelberger Akad.Wiss.mathem.naturwiss.Kl. 10. Abhandlg. (1948)
- 44) Täufel, K.: Biochem.Z. 303, 324 (1939)
- 45) Täufel, K. u. W. Heimann: Biochem.Z. 306, 123 (1940)
- 46) Tscheche, R. u. F. Korte: Angew.Chem. 64, 633 (1952)
- 46a) Uhlenhut, P.: Dtsch.med.Wschr. 26, 734 (1900)
- 47) Wettstein, F.v.: Handbuch der systematischen Botanik, 4.Aufl. Wien 1935
- 48) Willstätter, R., E. Bamann u. J. Waldschmidt-Graser: Hoppe-Seyler's Z.physiol. Chem. 173, 155 (1928)
- 49) Willstätter, R., R. Kuhn u. E. Bamann: Ber.dtsch.chem.Ges. 61, 886 (1928)
- 50) Willstätter, R., R. Kuhn, O. Lind u. F. Memmen: Hoppe-Seyler's Z.physiol. Chem. 167, 303 (1927)
- 51) Willstätter, R. u. F. Memmen: Hoppe-Seyler's Z.physiol.Chem. 133, 229 (1924)
- 52) Willstätter, R. u. E. Waldschmidt-Leitz: Hoppe-Seyler's Z.physiol.Chem. 125, 132 (1923).

Es ist mir ein aufrichtiges Bedürfnis, denjenigen Persönlichkeiten und Institutionen, die mir die Durchführung der vorstehenden Arbeit ermöglicht haben, meinen herzlichsten Dank auszusprechen.

Die Überlassung des tierischen Materials verdanken wir
der "Stiftung zur Erforschung der Spinalen Kinderlähmung und der Multiplen Sklerose", Hamburg — insbesondere Herrn Prof. Dr. Heinrich Pette sowie Frau Dr. Edith Pette — ,
der Verwaltung des Zoologischen Gartens, Hannover, sowie der Direktion der Behring-Werke A.G., Marburg/Lahn.

Lebenslauf

Am 25. November 1928 wurde ich als Sohn des Apothekers Walter Gebler in Hannover geboren.

Nach der üblichen Volksschulzeit besuchte ich das Ratsgymnasium zu Hannover und legte dort im März 1950 die Reifeprüfung ab. Von Ostern 1950 bis Ostern 1952 war ich Apothekerpraktikant in der Lister-Apotheke, Hannover; im März 1952 bestand ich das pharmazeutische Vorexamen.

Im Sommer-Semester 1952 begann ich an der Universität München mit dem Studium der Pharmazie und legte im Frühjahr 1956 die pharmazeutische Staatsprüfung ab. Während dieser Zeit hörte ich über fünf Semester auch medizinische Vorlesungen.

Im März 1956 begann ich mit den experimentellen Arbeiten der vorliegenden Dissertation unter Leitung von Herrn Prof. Dr. Eugen Bamann am Institut für Pharmazie und Lebensmittelchemie der Universität München.

